

2b

VMBO - KGT

biologie voor jou
HANDBOEK

bvji

MALMBERG

2b VMBO-KGT

biologie voor jou
HANDBOEK



BIOLOGIE VOOR DE ONDERBOUW
VMBO-KGT

AUTEURS

ARTEUNIS BOS
ARTHUR JANSEN
ONNO KALVERDA
HANS RAWEE
GERARD SMITS
BEN WAAS

ZEVENDE EDITIE
MALMBERG 'S-HERTOGENBOSCH
WWW.BIOLOGIEVOORJOU.NL

Voorwoord

Het biologieboek dat voor je ligt, is deel 2b van 'Biologie voor jou'. Hoe het boek precies in elkaar zit, kun je zien als je het doorbladert. We hebben dit boek zó geschreven, dat je er zelfstandig mee kunt werken.

Je kunt op hulp van je docent rekenen als je die nodig hebt.

Bij dit boek hoort een werkboek, een antwoordenboek en een methodesite. Op de methodesite vind je een digitale versie van het werkboek en/of handboek.

Daarnaast is er de mogelijkheid om digitaal te oefenen (inclusief diagnostische toetsing).

WERKEN MET BIOLOGIE VOOR JOU

De onderwerpen die in dit boek staan, noemen we thema's. Elk thema begint met een inleiding. Hierin staat kort beschreven wat je in het thema kunt verwachten. Elk thema bestaat uit de volgende onderdelen:

- Basisstof
- Extra basisstof
- Samenvatting
- Diagnostische toets
- Verrijkingsstof

Hierna kun je lezen hoe je met deze onderdelen moet werken.

BASISSTOF

In de basisstof staan teksten en afbeeldingen die je gaat lezen. Je komt dan vanzelf een verwijzing tegen naar opdrachten die in het werkboek staan. Bijvoorbeeld:

WB OPDRACHT 1 BLZ. 6

Deze opdrachten maak je in je werkboek.

Aan het einde van de basisstof staat soms een keuzeopdracht. Je hoort van je docent of je deze keuzeopdracht moet maken.

Als je de opdrachten hebt gemaakt, word je terugverwezen naar het handboek. Bijvoorbeeld:

HB BASISSTOF 2 BLZ. 12

Soms moet je bij een opdracht gebruikmaken van internet.

Bij sommige opdrachten heb je een knipblad nodig. Deze knipbladen zitten in het werkboek. Het is handig als je zelf een schaar en een plakstift hebt. Naast je gewone schrijfmateriaal heb je een tekenpotlood (HB) nodig en kleurpotloden. Met het antwoordenboek kun je zelf de gemaakte opdrachten nakijken.

EXTRA BASISSTOF

Aan het einde van de basisstof staat de extra basisstof. Als je de basisstof klaar hebt, hoor je van je docent of je de extra basisstof moet gaan maken. De gemaakte opdrachten uit de extra basisstof kun je nakijken met het antwoordenboek.

SAMENVATTING

In de samenvatting is kort weergegeven wat je hebt geleerd in de basisstof en (eventueel) in de extra basisstof. Je moet dit ‘kennen en kunnen’ voor een proefwerk.

DIAGNOSTISCHE TOETS

Met de diagnostische toets kun je nagaan of je alles ‘kent en kunt’ wat in de samenvatting staat. De diagnostische toets kun je nakijken met het antwoordenboek.

De diagnostische toets kun je ook maken op de methodesite. Je krijgt dan meteen te zien of je de vragen goed hebt beantwoord.

VERRIJKINGSSTOF

Als je alles ‘kent en kunt’ wat in de samenvatting staat, kun je aan de verrijkingsstof beginnen. De verrijkingsstof bestaat uit onderdelen waaruit je kunt kiezen. Je hoeft niet alle onderdelen te maken; je hoort van je docent hoeveel je er moet kiezen. De opdrachten van de verrijkingsstof kun je met het antwoordenboek nakijken.

We hopen dat je met veel plezier met dit boek zult werken.

De auteurs

Inhoud

Thema 5

Erfelijkheid en evolutie

BASISSTOF 8

1	Genotype en fenotype	8
2	Chromosomen, genen en eiwitten	12
3	Variatie in genotypen	15
4	De evolutietheorie	21
5	De geschiedenis van het leven op aarde	28
6	Biotechnologie	33

EXTRA BASISSTOF 37

7	Fossielen	37
8	Ongeslachtelijke voortplanting bij planten	39

SAMENVATTING 42

DIAGNOSTISCHE TOETS 45

VERRIJKINGSSTOF 50

1	Tweelingen	50
2	Erfelijkheidsonderzoek	51
3	Puzzel	55

Thema 6

Ecologie

BASISSTOF 58

1	Wat is ecologie?	58
2	Voedselrelaties	61
3	Populaties	66
4	Aanpassingen bij dieren	69
5	Aanpassingen bij planten	73

EXTRA BASISSTOF 76

6	De kringloop van water	76
7	De kringloop van koolstof	77

SAMENVATTING 79

DIAGNOSTISCHE TOETS 81

VERRIJKINGSSTOF 86

1	Water in de bodem	86
2	Strooisellaag	87
3	Een voedselweb in een eik	90

Thema 7

Mens en milieu

BASISSTOF	94
1 De mens en het milieu	94
2 Energie	101
3 Het broeikaseffect	107
4 Klimaatverandering	110
5 Afval en afvalverwerking	113
EXTRA BASISSTOF	119
6 Voedselproductie	119
7 Biologische landbouw	124
SAMENVATTING	126
DIAGNOSTISCHE TOETS	130
VERRIJKINGSSTOF	136
1 Zwerfafval	136
2 Biologische gewasbescherming	138
3 Een bodemprofiel maken	139
REGISTER	140

5

Erfelijkheid en evolutie



BASISSTOF

- 1 Genotype en fenotype
- 2 Chromosomen, genen en eiwitten
- 3 Variatie in genotypen
- 4 De evolutietheorie
- 5 De geschiedenis van het leven op aarde
- 6 Biotechnologie

EXTRA BASISSTOF

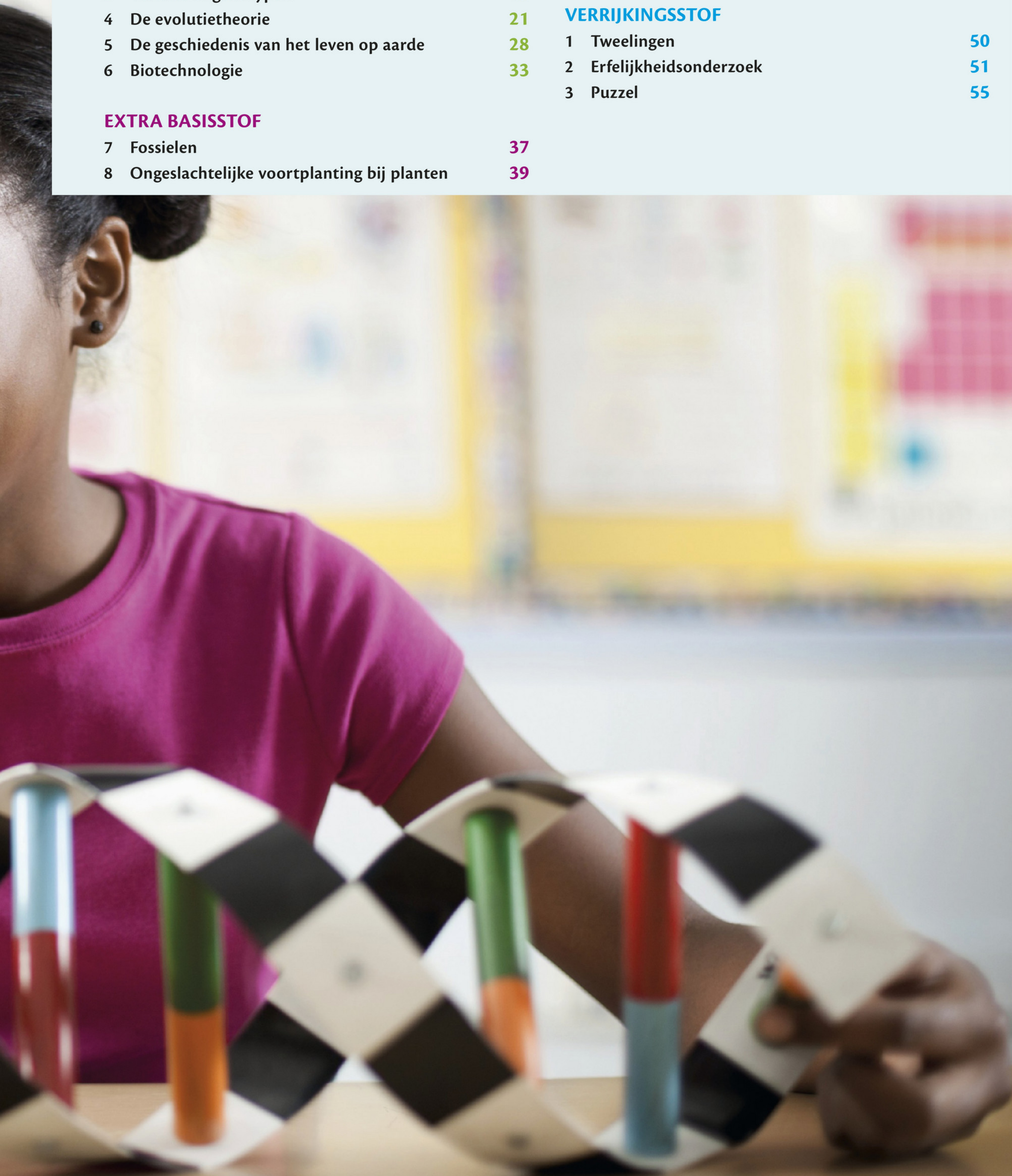
- 7 Fossielen
- 8 Ongeslachtelijke voortplanting bij planten

SAMENVATTING EN DIAGNOSTISCHE TOETS

- | | | |
|----|---------------------|----|
| 8 | Samenvatting | 42 |
| 12 | Diagnostische toets | 45 |

VERRIJKINGSSTOF

- | | | |
|----|--------------------------|----|
| 21 | 1 Tweelingen | 50 |
| 28 | 2 Erfelijkheidsonderzoek | 51 |
| 33 | 3 Puzzel | 55 |



Dit thema heet: Erfelijkheid en evolutie. Je hebt eigenschappen geërfd van je ouders, net als iedereen. In dit thema leer je hoe ouders eigenschappen kunnen doorgeven aan hun nakomelingen.

Tot in de negentiende eeuw dachten mensen dat alle soorten organismen altijd onveranderd hadden bestaan. Nu denken de meeste mensen daar anders over. De soorten die nu op aarde leven, zijn waarschijnlijk in de loop van miljoenen jaren ontstaan uit andere soorten. In dit thema leer je hoe dit waarschijnlijk in zijn werk is gegaan.

Je leest de basisstof door. Je komt dan vanzelf opdrachten tegen. Deze opdrachten maak je in je werkboek.

1 Genotype en fenotype

▼ **Afb. 1** Het fenotype is het uiterlijk van een organisme.



Van een pasgeboren baby wordt weleens gezegd: 'Ik vind dat hij op zijn moeder lijkt', of 'Zij heeft de ogen van haar vader.' Je kunt dan aan het kind zien dat het eigenschappen heeft geërfd van de moeder en de vader. Het uiterlijk (de zichtbare eigenschappen) van een organisme noemen we het **fenotype** van dat organisme (zie afbeelding 1).

Je fenotype bestaat uit duizenden eigenschappen. Veel van die eigenschappen heb je geërfd van je ouders. Je kunt bijvoorbeeld de kleur van je haar, de kleur van je ogen en de vorm van je gezicht hebben geërfd. De **informatie** voor je erfelijke eigenschappen ligt in het **DNA** in de celkernen. In elke cel van je lichaam bevat de celkern de informatie voor al je erfelijke eigenschappen. In nieuwsberichten lees je regelmatig over DNA (zie afbeelding 2).

▼ **Afb. 2**



DNA LIGT IN CHROMOSOMEN

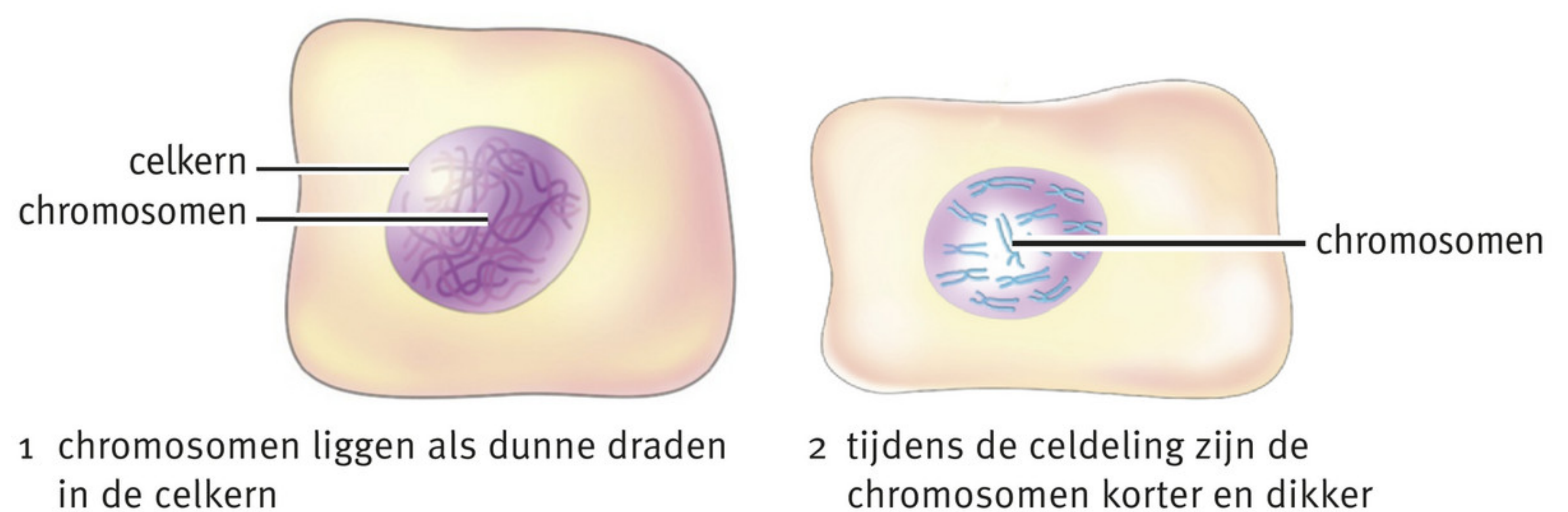
In elke celkern in je lichaam liggen **chromosomen**. Chromosomen zijn lange dunne 'draden'. Ze liggen in een celkern als een wirwar door elkaar (zie afbeelding 3.1). Alleen wanneer een cel zich deelt, worden de chromosomen korter en dikker. Met een microscoop kun je de chromosomen dan zien (zie afbeelding 3.2).

Chromosomen bestaan voor een groot deel uit de stof DNA (zie afbeelding 4). Deze stof bevat de informatie voor je erfelijke eigenschappen. Het DNA in de chromosomen in één enkele celkern bevat de complete informatie voor al je erfelijke eigenschappen. Deze informatie noemen we het **genotype**.

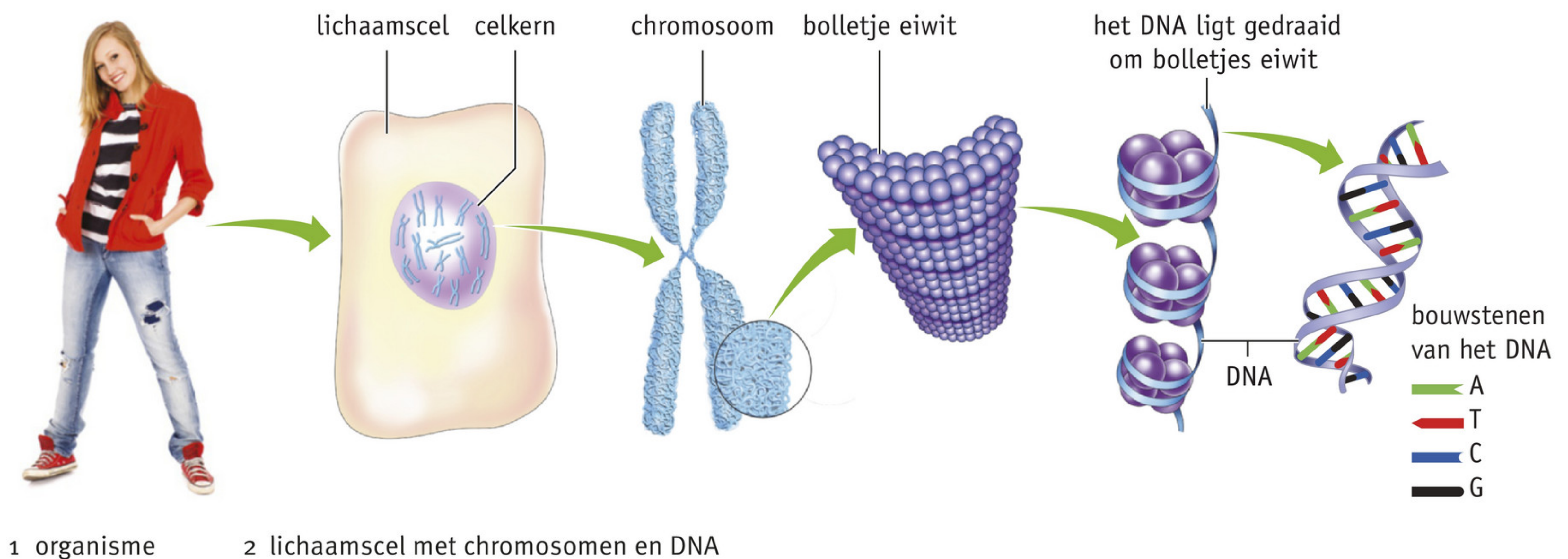
Het genotype van een organisme is de informatie voor de erfelijke eigenschappen van dat organisme. Het fenotype van een organisme is het uiterlijk (de zichtbare eigenschappen) van dat organisme.

WB OPDRACHT 1 BLZ. 6

▼ Afb. 3 Een cel met celkern en chromosomen.



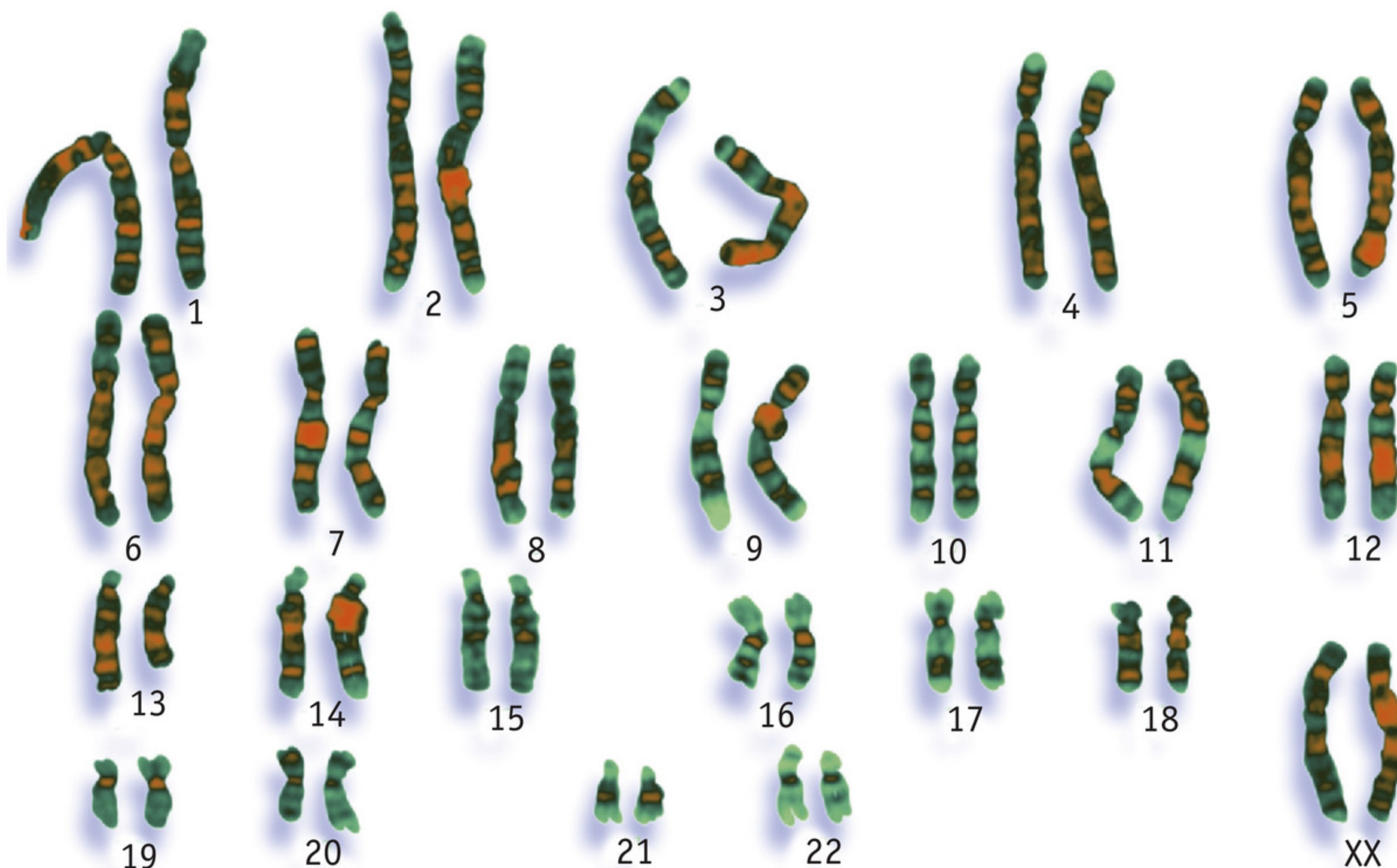
▼ Afb. 4



CHROMOSOMENPAREN

In afbeelding 5 zie je de chromosomen van één cel van een vrouw gerangschikt naar grootte en vorm. Uit deze afbeelding blijkt dat een cel van een mens 46 chromosomen bevat. De chromosomen zijn telkens twee aan twee aan elkaar gelijk. De chromosomen komen in **paren** voor. De beide chromosomen van een paar zijn aan elkaar gelijk. Ze bevatten ook de informatie voor dezelfde erfelijke eigenschappen.

► **Afb. 5** Chromosomenparen van een vrouw.



Een mens heeft 23 paren chromosomen in een celkern. Dit geldt voor alle cellen waaruit het lichaam van een mens is opgebouwd. Deze cellen noemen we **lichaamscellen**. Voorbeelden van lichaamscellen zijn levercellen, spiercellen en huidcellen.

Elke soort organisme heeft in de kernen van lichaamscellen een vast aantal chromosomen. Deze chromosomen komen telkens in paren voor. In afbeelding 6 is voor een aantal soorten het aantal chromosomen per lichaamscel weergegeven. Uit deze afbeelding blijkt dat elke soort een even aantal chromosomen in de lichaamscellen heeft.

WB OPDRACHT 2 EN 3 BLZ. 7

► **Afb. 6** Enkele soorten met het aantal chromosomen per lichaamscel.



HOE KOMT HET FENOTYPE TOT STAND?

Het genotype kan veel eigenschappen bepalen. Als je bijvoorbeeld zwart haar hebt, wordt deze kleur veroorzaakt door je genotype. Ook als je steil (niet krullend) haar hebt, wordt deze eigenschap veroorzaakt door je genotype. Het genotype bepaalt echter niet al je eigenschappen. Als je zwart haar hebt, kun je je haren blond verven. De kleur van je haar verandert dan. Maar in je chromosomen blijft de informatie aanwezig voor zwart haar. Het haar dat nieuw aangroeit, is weer zwart. Als je je haar niet opnieuw verft, is het na enige tijd weer helemaal zwart.

Daaruit blijkt dat je nog steeds de erfelijke eigenschap voor zwart haar bezit. Deze erfelijke eigenschap voor zwart haar kun je doorgeven aan je nakomelingen. Het maakt dan niet uit of je haar is geverfd of niet.

Misschien heb je een lichte huid. In de zomer kan je huid bruiner worden door de zon. Je fenotype verandert dan. Maar in je chromosomen blijf je de erfelijke eigenschap voor een lichte huid bezitten (zie afbeelding 7).

Uit deze voorbeelden blijkt dat het fenotype maar voor een deel wordt bepaald door het genotype. Het fenotype kan door allerlei oorzaken veranderen, zonder dat het genotype verandert. De oorzaken van deze veranderingen vatten we samen als 'invloeden uit het milieu'.

Het fenotype van een organisme komt tot stand door het genotype en door invloeden uit het milieu.

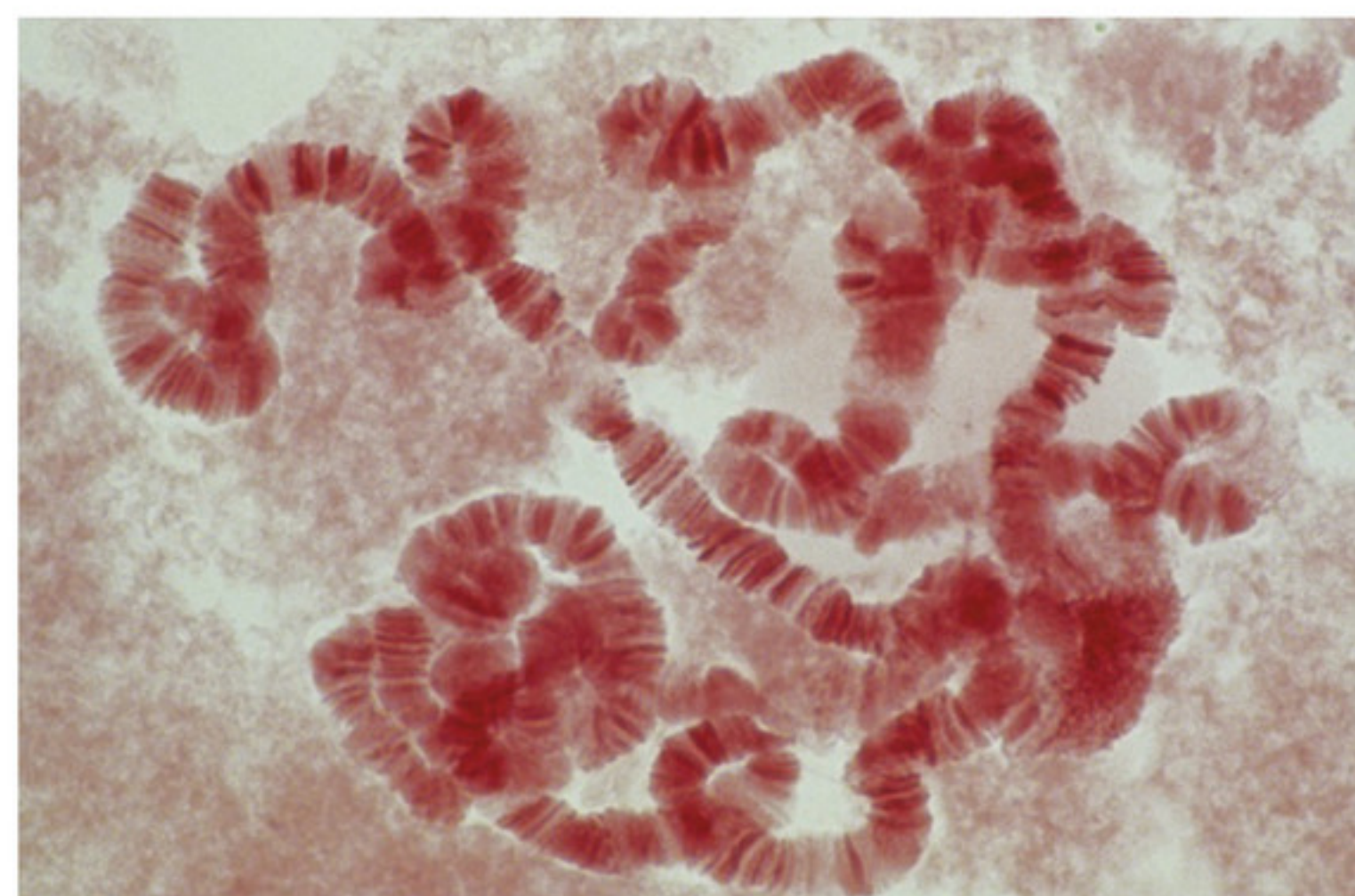
WB OPDRACHT 4 EN 5 BLZ. 8

▼ **Afb. 7** Het fenotype komt tot stand door het genotype en door invloeden uit het milieu.



2 Chromosomen, genen en eiwitten

▼ **Afb. 8** Chromosoom (microscopische foto).



Ieder mens heeft duizenden erfelijke eigenschappen. De informatie hiervoor ligt in slechts 46 chromosomen. Elk chromosoom bevat dan ook de informatie voor een groot aantal erfelijke eigenschappen.

Een **gen** is een deel van een chromosoom dat de informatie bevat voor één erfelijke eigenschap. Elk chromosoom bevat veel genen. Alle genen in een celkern samen vormen het genotype van een organisme.

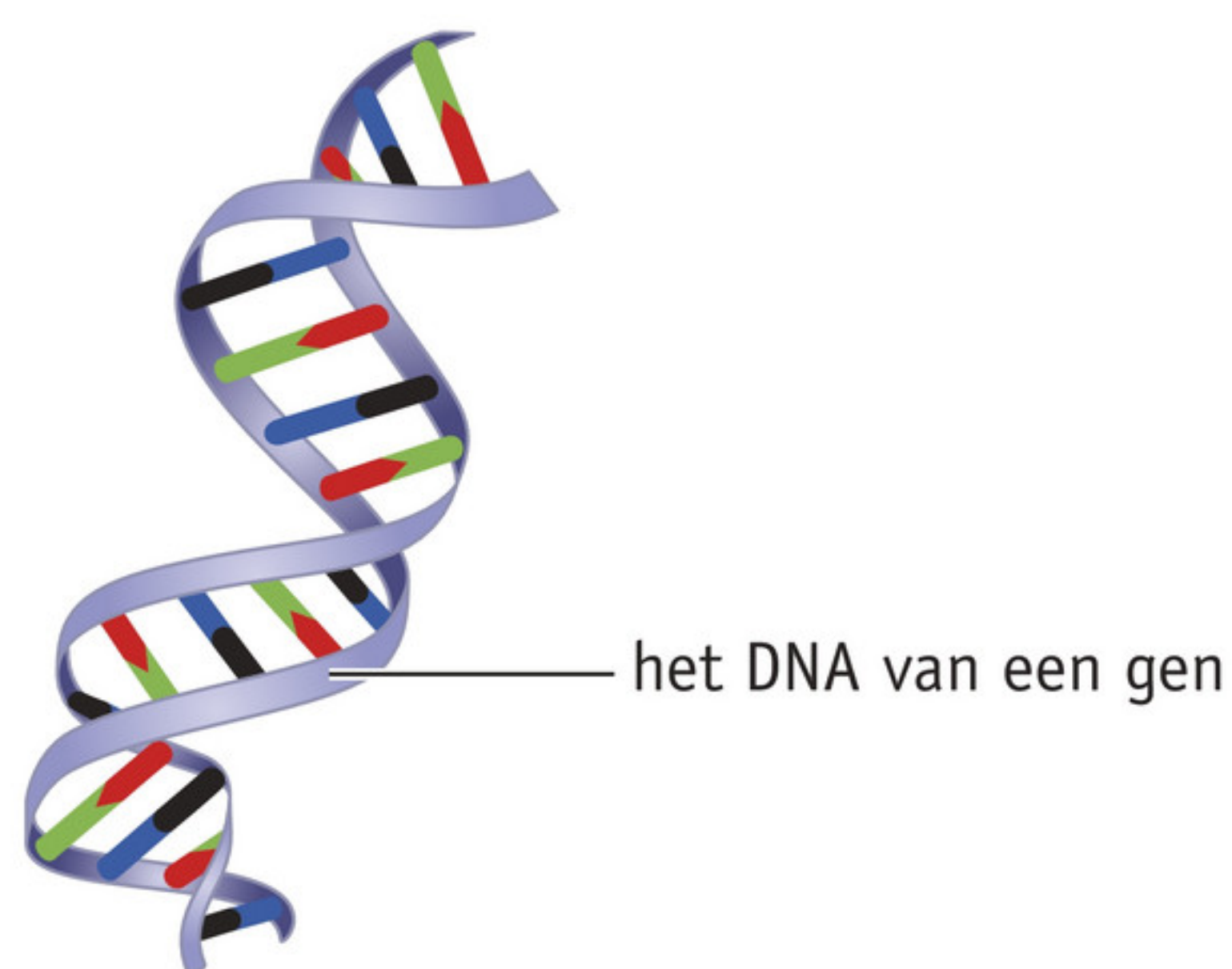
VAN GEN VIA EIWIT NAAR FENOTYPE

Genen kunnen *aan* of *uit* staan. Wanneer in een cel een gen *aan* staat, maakt deze cel een bepaald **eiwit**. Iedere cel bevat bijvoorbeeld een gen met informatie voor het maken van een oogkleur-eiwit. Als dit gen in de cellen van je oog *aan* staat, krijg je bijvoorbeeld bruine ogen. De oogkleur is een deel van het fenotype (zie afbeelding 9). Vanuit de oogkleur-genen wordt via oogkleur-eiwitten het fenotype oogkleur zichtbaar. Zo werkt het ook met veel andere genen.

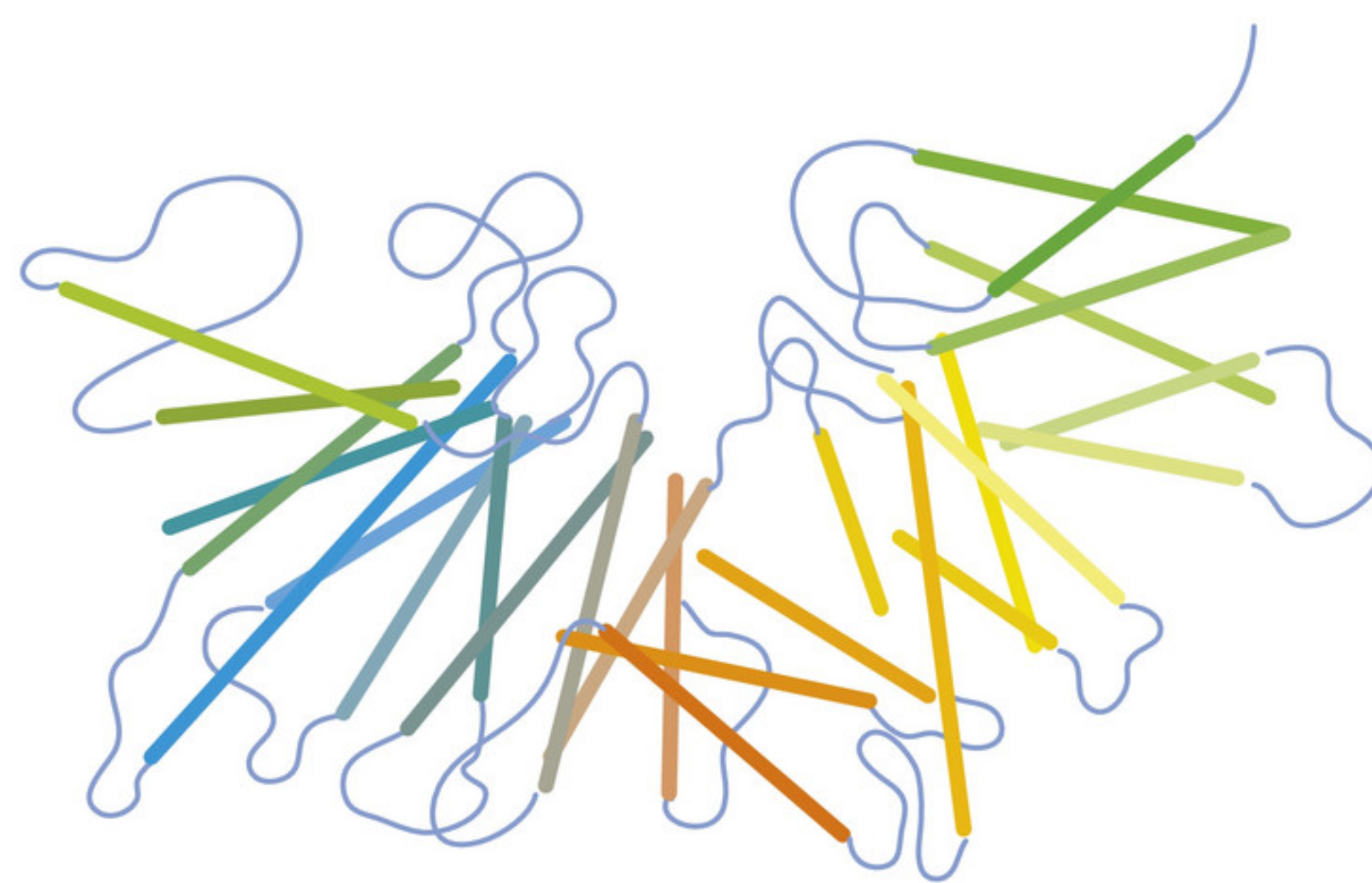
Als een gen *aan* staat, kan het weinig actief tot erg actief zijn. Als een gen erg actief is, wordt er veel van het eiwit gemaakt. Bij iemand die veel aan krachttraining doet, zijn bijvoorbeeld de genen die spiereiwitten maken erg actief. Deze persoon heeft als fenotype dikkere spieren. Bij iemand die weinig aan lichaamsbeweging doet, zijn de genen die spiereiwitten maken weinig actief. Deze persoon heeft als fenotype dunnere spieren.

WB OPDRACHT 6 BLZ. 11

▼ **Afb. 9** Van gen via eiwit naar fenotype.



1 een oogkleur-gen bevat de informatie voor het maken van een oogkleur-eiwit

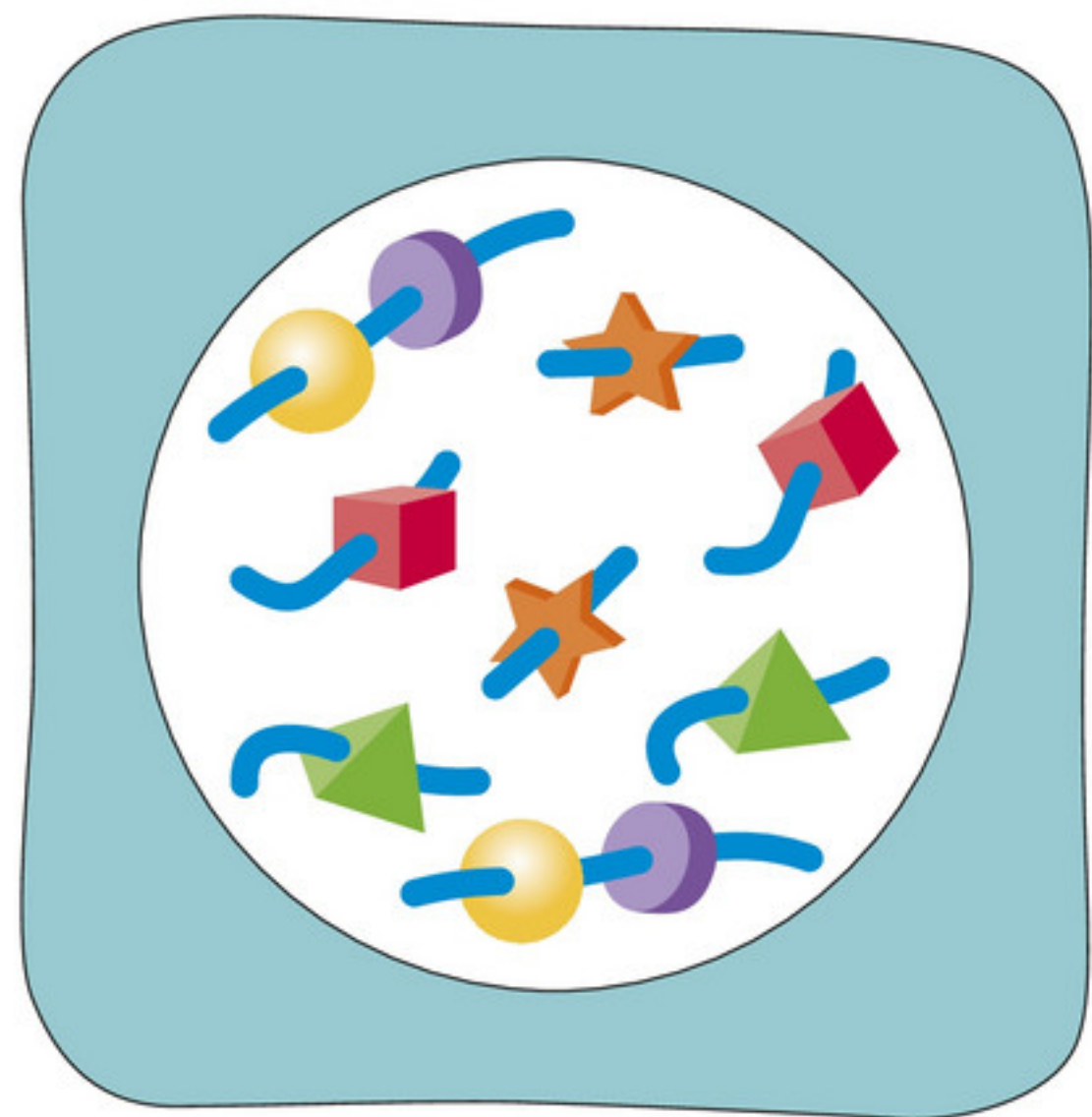


2 als dit oogkleur-gen in een oogcel *aan* staat, wordt dit oogkleur-eiwit gemaakt



3 door het oogkleur-eiwit wordt het fenotype oogkleur zichtbaar

▼ **Afb. 10** Lichaamscel met chromosomen en genen (schematisch).



● ● ■ ▲ ★ = genen

GENENPAREN IN LICHAAMSCELLEN

Je hebt geleerd dat de chromosomen in lichaamscellen in paren voorkomen. De twee chromosomen van een paar zijn aan elkaar gelijk. Ze bevatten dan ook genen voor dezelfde erfelijke eigenschappen (zie afbeelding 10). In lichaamscellen komen de genen **in paren** voor. Eén genenpaar bevat de informatie voor één erfelijke eigenschap.

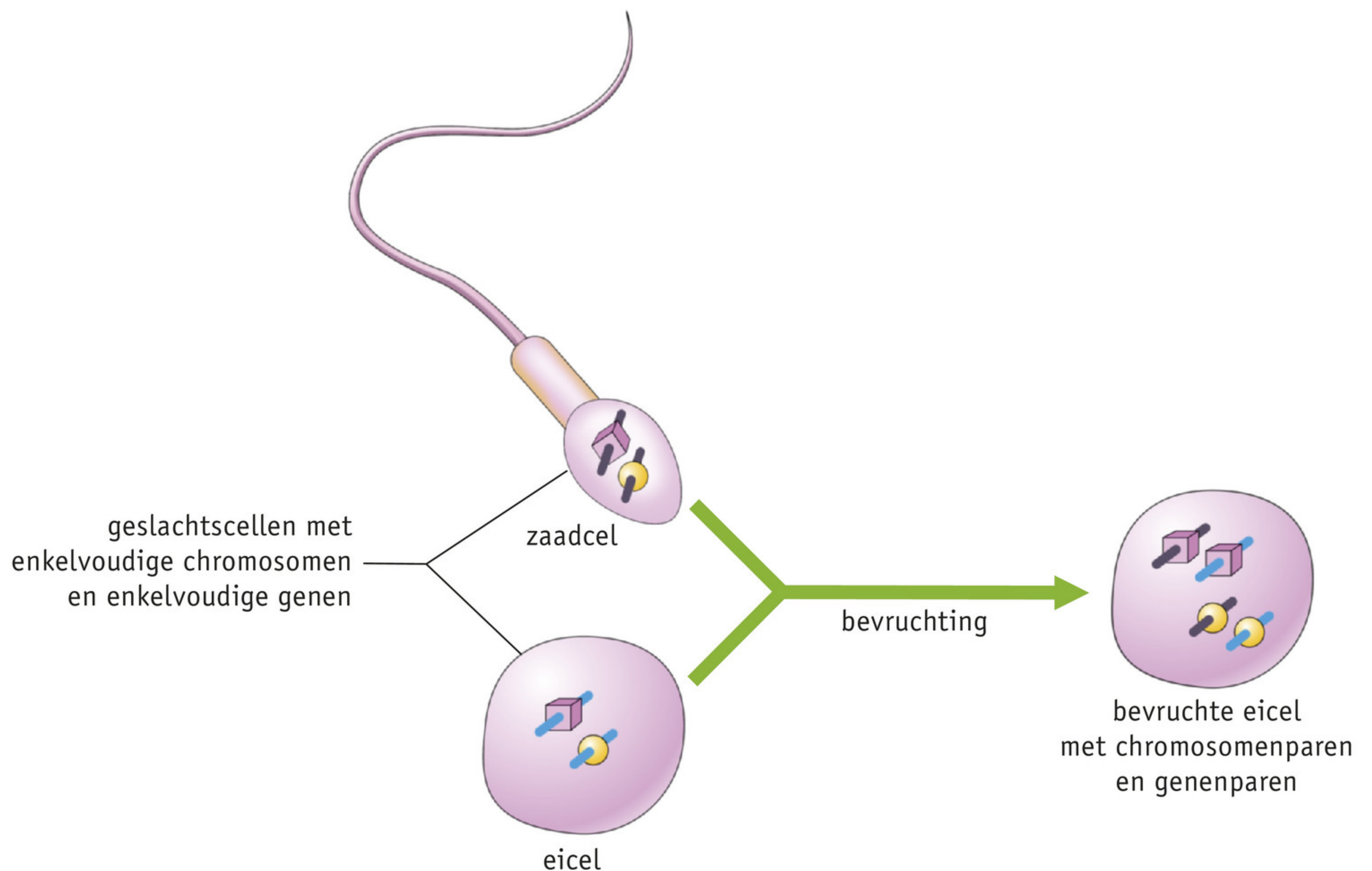
ENKELVOUDIGE GENEN IN GESLACHTSCELLEN

Ook in de kernen van geslachtscellen (eicellen en zaadcellen) komen chromosomen voor. In geslachtscellen komen de chromosomen echter niet in paren voor, maar **enkelvoudig**. Een geslachtscel van een mens bevat dan ook geen 46 chromosomen, maar slechts 23. Daardoor bevat een geslachtscel geen genenparen, maar enkelvoudige genen.

Bij bevruchting versmelten de kern van een zaadcel en de kern van een eicel met elkaar. De chromosomen van de zaadcel en de chromosomen van de eicel komen dan bij elkaar. Samen komen ze in de kern van de bevruchte eicel terecht.

De kern van de zaadcel bevat 23 chromosomen die afkomstig zijn van de vader. De kern van de eicel bevat 23 chromosomen die afkomstig zijn van de moeder. De kern van de bevruchte eicel bevat weer 46 chromosomen. Deze chromosomen zijn twee aan twee aan elkaar gelijk. Van elk chromosomenpaar is één chromosoom afkomstig van de vader en één van de moeder (zie afbeelding 11).

▼ **Afb. 11** Chromosomen bij bevruchting.

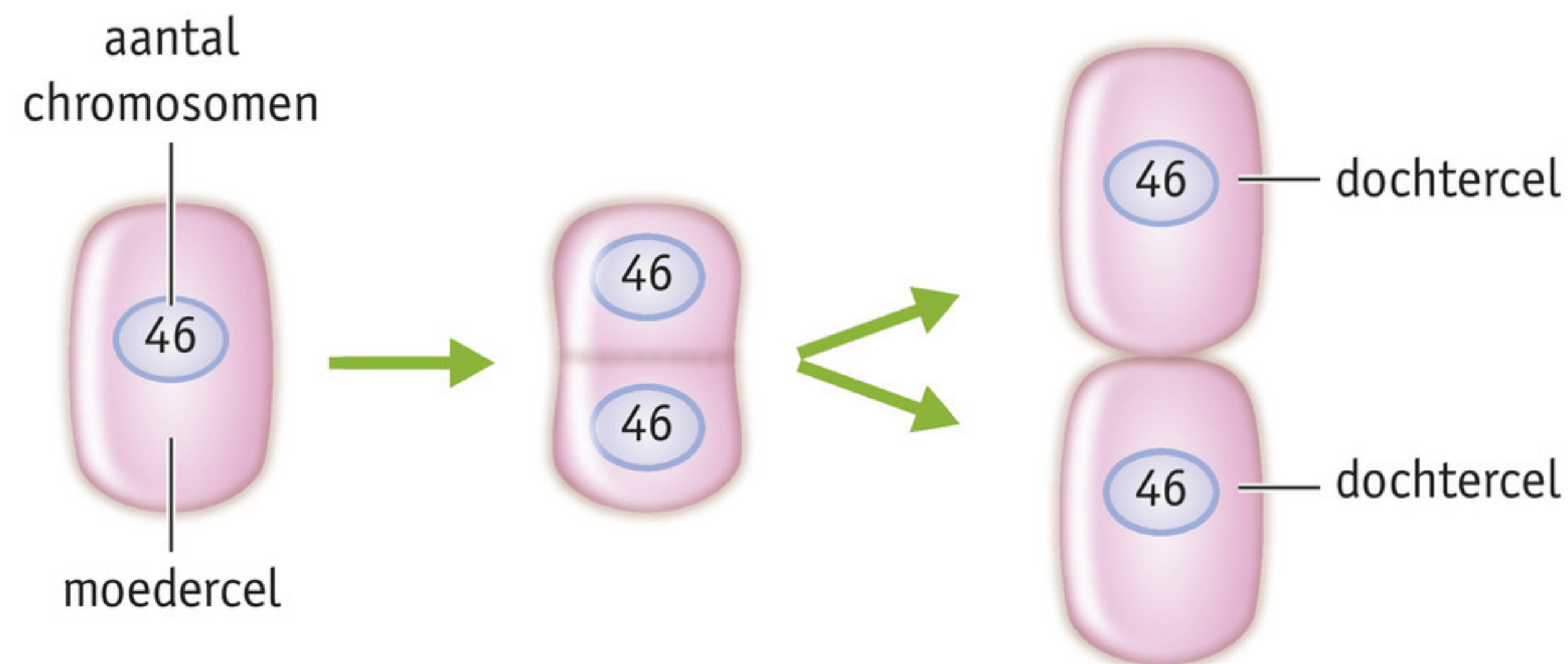


slechts twee van de 23 chromosomen(paren) zijn getekend in elke cel

CELDELING VAN LICHAAMSCELLEN

De bevruchte eicel groeit uit tot een embryo, en daarna tot een kind. Tijdens deze groei worden miljoenen nieuwe lichaamscellen gevormd. De vorming van nieuwe cellen vindt plaats door **celdeling**. Een **moeder cel** deelt zich in tweeën en vormt zo twee **dochter cellen** (zie afbeelding 12). Bij deze celdeling van lichaamscellen verandert de informatie voor de erfelijke eigenschappen niet. De kernen van de dochtercellen bevatten dezelfde informatie voor erfelijke eigenschappen als de moeder cel. De dochtercellen hebben dan ook hetzelfde genotype als de moeder cel.

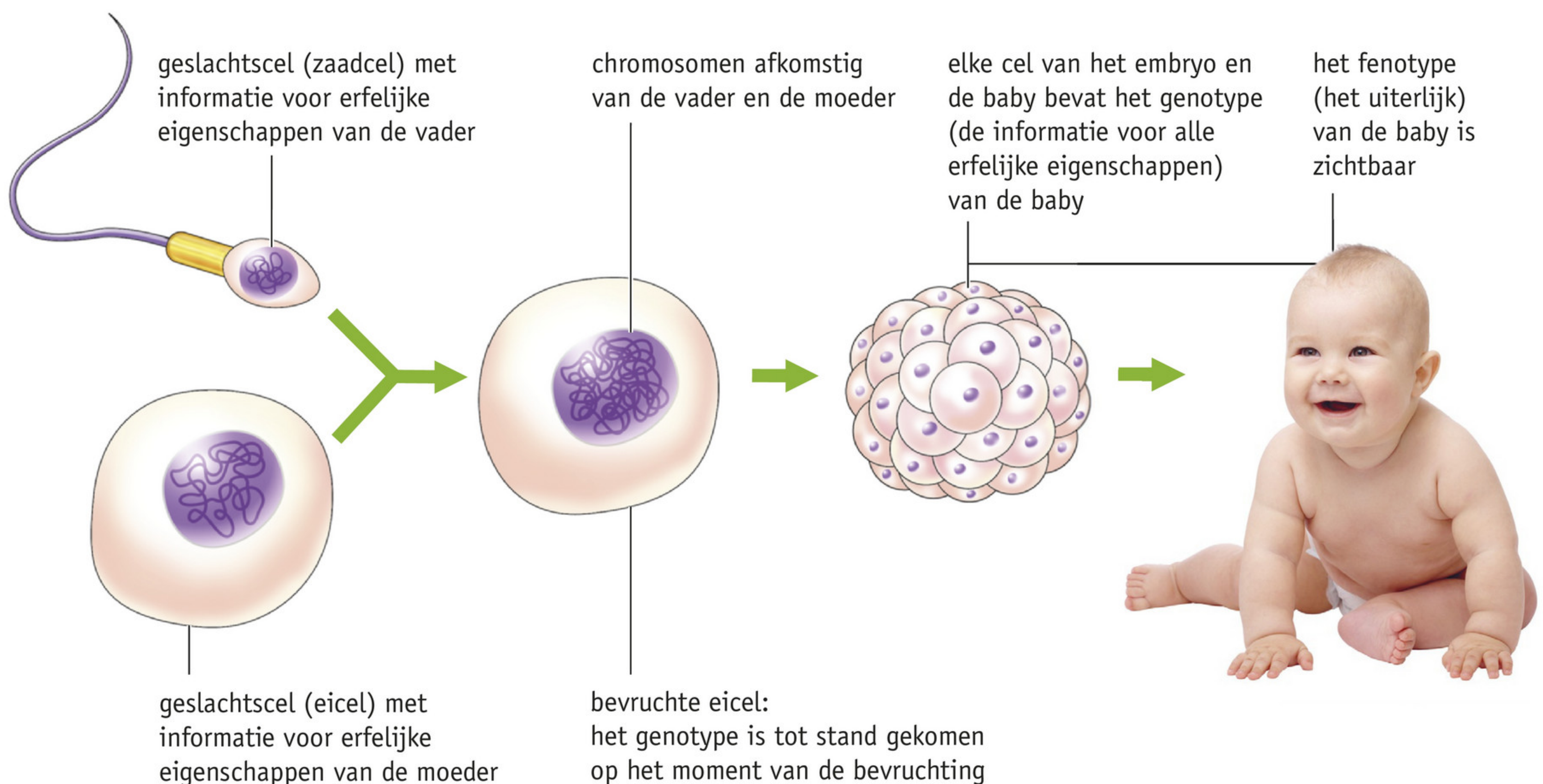
► **Afb. 12** Celdeling van lichaamscellen van de mens (schematisch).



Als de chromosomen van zaadcel en eicel bij elkaar zijn gekomen, bevatten deze samen de informatie voor alle erfelijke eigenschappen van het nieuwe organisme (zie afbeelding 13). **Het genotype van een organisme komt tot stand op het moment van bevruchting.**

WB OPDRACHT 7 T/M 9 BLZ. 12

▼ **Afb. 13**



3 Variatie in genotypen

De haarvorm is een erfelijke eigenschap. Bij mensen komt in elke lichaamscel een genenpaar voor dat de informatie bevat voor de haarvorm.

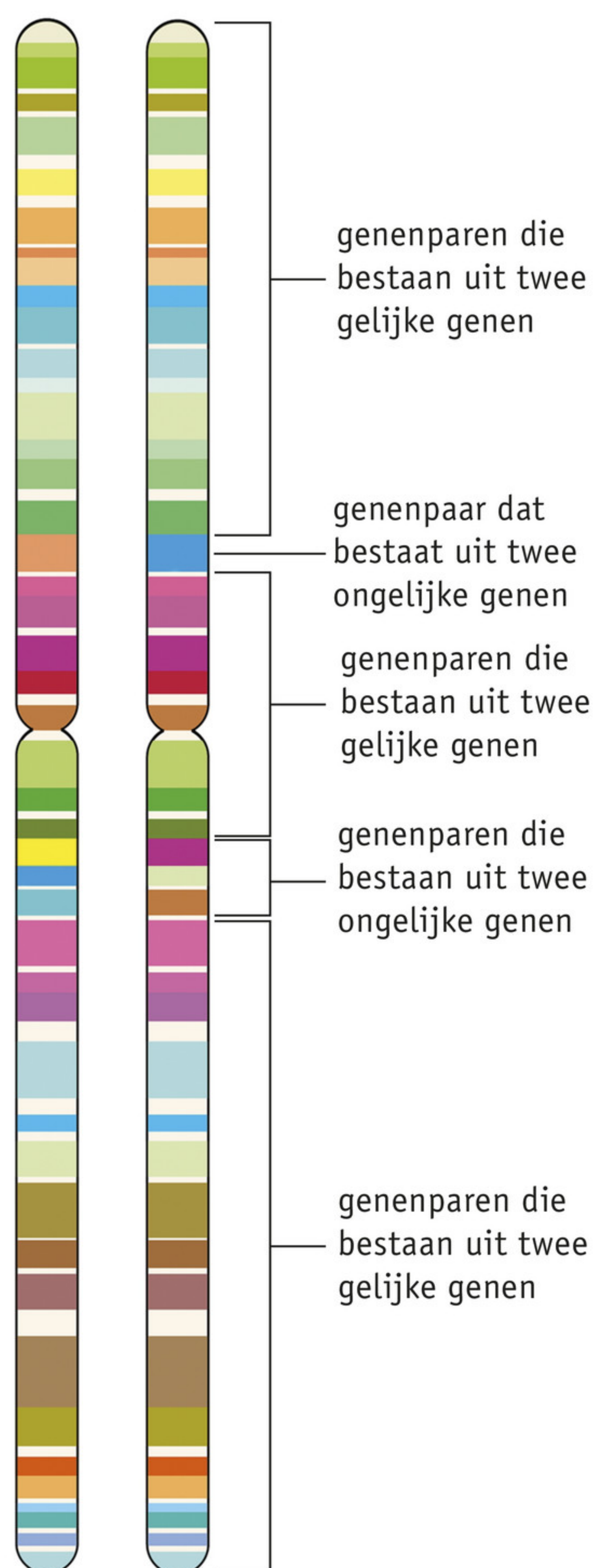
De haarvorm is echter niet bij iedereen gelijk. Sommige mensen hebben steil haar, anderen krullend haar. Bij verschillende personen kan het genenpaar voor de haarvorm dan ook verschillende informatie bevatten. Er zijn genen met de informatie voor steil haar en er zijn genen met de informatie voor krullend haar.

GELIJKE EN ONGELIJKE GENENPAREN

Bij sommige mensen bestaat het genenpaar voor de haarvorm uit twee genen voor steil haar. Bij anderen kan het genenpaar voor de haarvorm bestaan uit twee genen voor krullend haar. Maar er zijn ook mensen bij wie het genenpaar voor de haarvorm bestaat uit één gen voor steil haar en één gen voor krullend haar.

In afbeelding 14 zie je dat het genenpaar voor een erfelijke eigenschap kan bestaan uit twee **gelijke genen** of uit twee **ongelijke genen**. In elk chromosomenpaar liggen vele genenparen. Sommige genenparen bestaan uit twee gelijke genen. Maar er zijn vrijwel altijd ook genenparen aanwezig die bestaan uit twee ongelijke genen (zie afbeelding 15).

▼ **Afb. 15** Genenparen in een chromosomenpaar (schematisch).



▼ **Afb. 14** Genenparen voor de haarvorm.



1 twee genen voor krullend haar



2 twee genen voor steil haar



3 één gen voor steil haar en één gen voor krullend haar

Legenda:

-  gen voor krullend haar
-  gen voor steil haar

DNA-VERWANTSCHAPSTEST

Met een DNA-verwantschapstest worden genenparen die vaak ongelijk zijn onderzocht. Bij elk mens is de ene helft van de genen van alle genenparen afkomstig van de moeder. De andere helft is afkomstig van de vader. Als het genenpaar ongelijk is, kun je goed zien welk gen afkomstig is van de moeder en welk gen van de vader afkomstig moet zijn. Dat is handig als je bijvoorbeeld wilt weten of iemand de vader is van een kind (zie afbeelding 16).

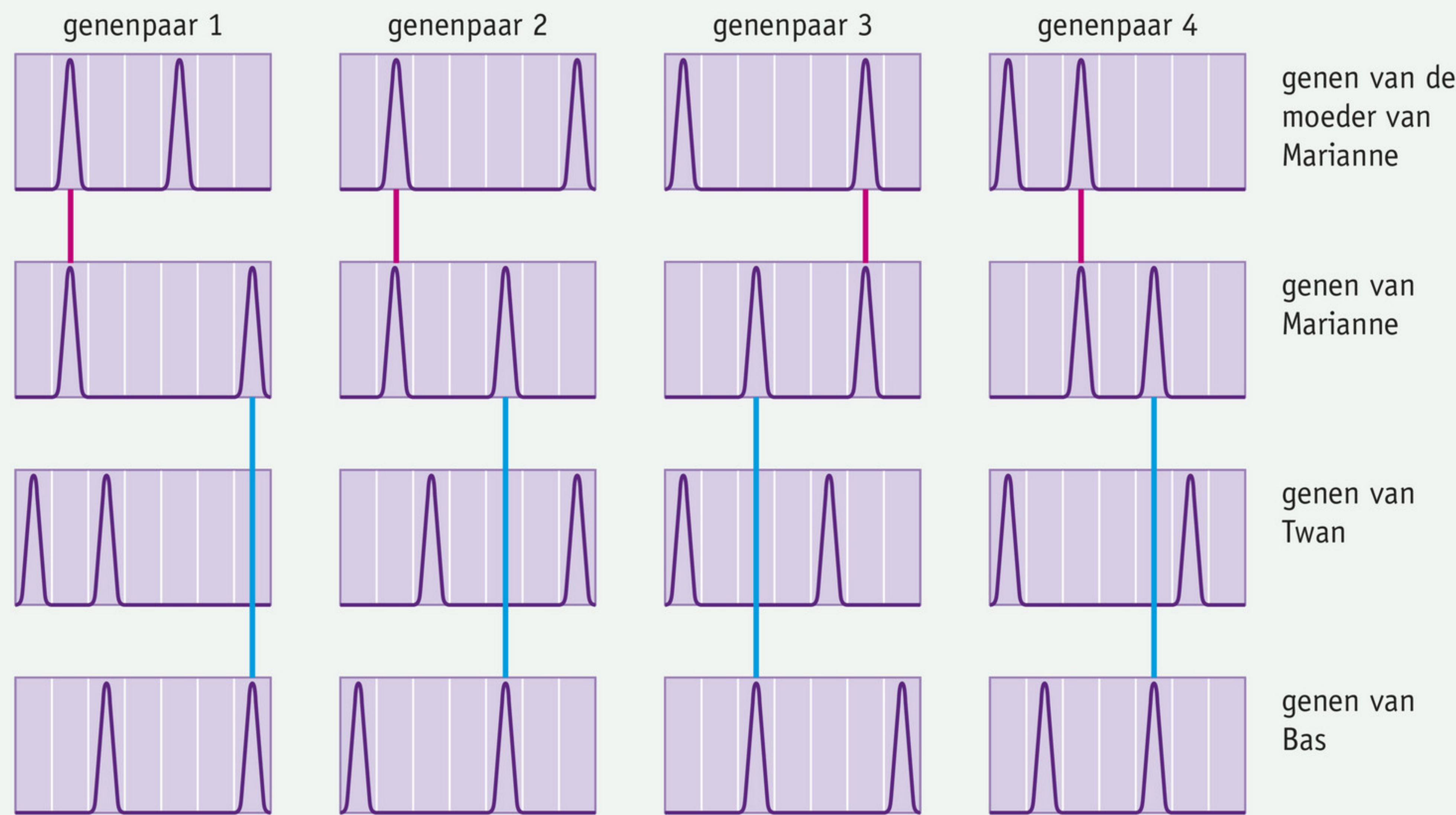
WB OPDRACHT 10 BLZ. 14

▼ Afb. 16

DNA-verwantschapstest

Met een DNA-verwantschapstest kun je onderzoeken of een man de vader is van een kind. De vader moet dan voor de helft dezelfde genen hebben als het kind. In de afbeelding zie je zo'n test. In deze test worden vier genenparen onderzocht. Bij elk genenpaar van een persoon staan telkens twee pieken (een piek stelt een gen voor). Een kind, Marianne, wil twee mogelijke vaders onderzoeken (Twan en Bas). Van ieder genenpaar van

Marianne is steeds één van de twee genen hetzelfde als bij haar moeder. De andere helft van het genenpaar moet dan hetzelfde zijn als bij haar vader. Maar je ziet dat dit bij Twan niet zo is. Twan kan dus niet de vader van Marianne zijn. Bij Bas is dat wel zo. Bij alle vier de genenparen van Marianne is de helft hetzelfde als bij Bas. Deze genen zijn zeer waarschijnlijk van Bas afkomstig. Bas is dus vrijwel zeker de vader van Marianne.

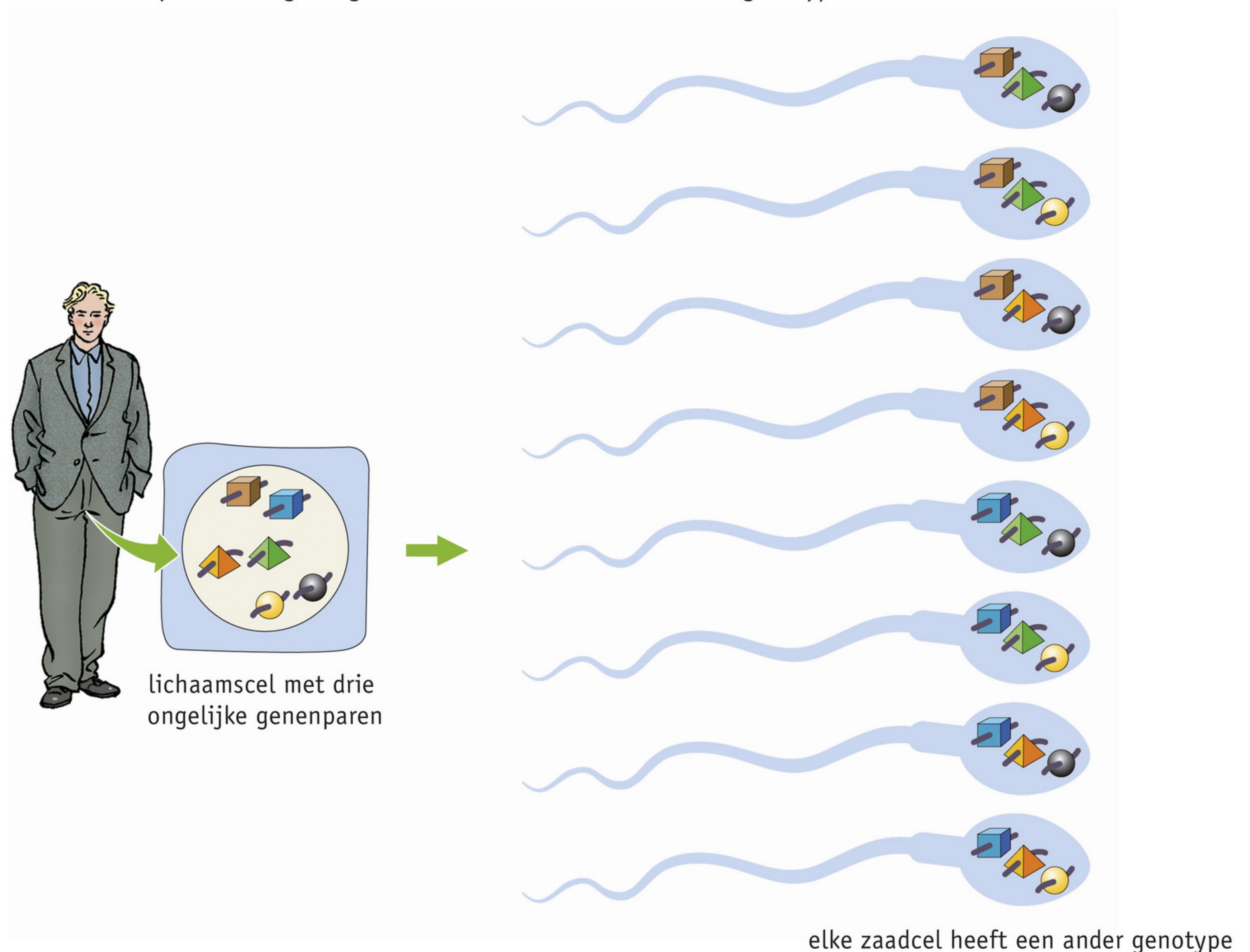


GESLACHTELIJKE VOORTPLANTING

Je hebt geleerd dat in een lichaamscel genenparen voorkomen en in een geslachtscel enkelvoudige genen. Een geslachtscel bevat van elk genenpaar slechts één gen. Dit geldt ook voor de genenparen die bestaan uit twee ongelijke genen. Welk van beide genen in een geslachtscel terechtkomt, is afhankelijk van het toeval.

In afbeelding 17 is schematisch weergegeven hoe geslachtscellen ontstaan uit een lichaamscel. Dat gebeurt door een speciaal type celdeling. In afbeelding 17 zijn van de vader drie chromosomenparen getekend. In elk chromosomenpaar is een genenpaar getekend dat bestaat uit twee ongelijke genen. Van deze genenparen komt telkens één gen in een zaadcel terecht. Je ziet dat er veel verschillende mogelijkheden zijn. Bij de zaadcellen komen dan ook veel verschillende genotypen voor. Ook bij de eicellen die een vrouw maakt, komen veel verschillende genotypen voor.

▼ **Afb. 17** Bij de vorming van geslachtscellen ontstaat variatie in genotypen.



Als een nieuw organisme ontstaat doordat twee geslachtscellen versmelten, is sprake van **geslachtelijke voortplanting**. Welk genotype de geslachtscellen hebben, is afhankelijk van het toeval. Er zijn veel verschillende mogelijkheden. Hierdoor zullen de nakomelingen telkens een andere combinatie van genen hebben. Er ontstaan bij de nakomelingen dan ook veel verschillende genotypen. Bij geslachtelijke voortplanting ontstaat bij de nakomelingen veel **variatie in de genotypen**. Daardoor verschillen de fenotypen ook (zie afbeelding 18). Bij geslachtelijke voortplanting hebben de nakomelingen andere genotypen dan de ouders.

WB OPDRACHT 11 BLZ. 15

▼ **Afb. 18** Bij geslachtelijke voortplanting ontstaat variatie in genotypen en fenotypen.



1 bij de mens



2 bij het veelkleurig Aziatisch lieveheersbeestje



3 bij guppy's

MUTATIES

DNA bevat de informatie voor je erfelijke eigenschappen. Maar DNA kan beschadigd raken, bijvoorbeeld bij de celdeling. De informatie voor een of meer erfelijke eigenschappen is dan veranderd. Zo'n plotselinge verandering van het genotype heet een **mutatie**. Bij een mutatie zijn een of meer genen **gemuteerd** (veranderd).

▼ **Afb. 19** Albinisme.

Een organisme waarbij een mutatie zichtbaar is in het fenotype noemen we een **mutant**. Een voorbeeld van een mutant is een **albino**. Bij een albino is het lichaam niet in staat pigment te vormen, waardoor de kleur van de huid erg bleek is. Albino's komen zowel bij mensen als bij dieren voor (zie afbeelding 19).

Mutaties kunnen onschadelijk zijn, maar er zijn ook veel mutaties met schadelijke gevolgen. Heel zelden veroorzaakt een mutatie een voordeel. Als een mutatie voordelig (of onschadelijk) is, wordt deze mutatie vaak doorgegeven aan de nakomelingen. Door mutaties ontstaan dan ook nieuwe genotypen bij de nakomelingen. Daardoor ontstaat ook meer variatie in genotypen bij de nakomelingen.

Door mutaties en geslachtelijke voortplanting ontstaat variatie in genotypen.

MUTAGENE INVLOEDEN

Door bepaalde straling (bijvoorbeeld radioactieve straling, röntgenstraling of ultraviolette straling) ontstaan vaker mutaties in je lichaam. Ook als je in aanraking komt met bepaalde chemische stoffen (bijvoorbeeld stoffen in sigarettenrook of asbest) ontstaan vaker mutaties. Deze invloeden worden daarom **mutageen** genoemd (zie afbeelding 20).

► **Afb. 20** Mutagene invloeden.

mutagene stoffen



asbeststof

mutagene straling



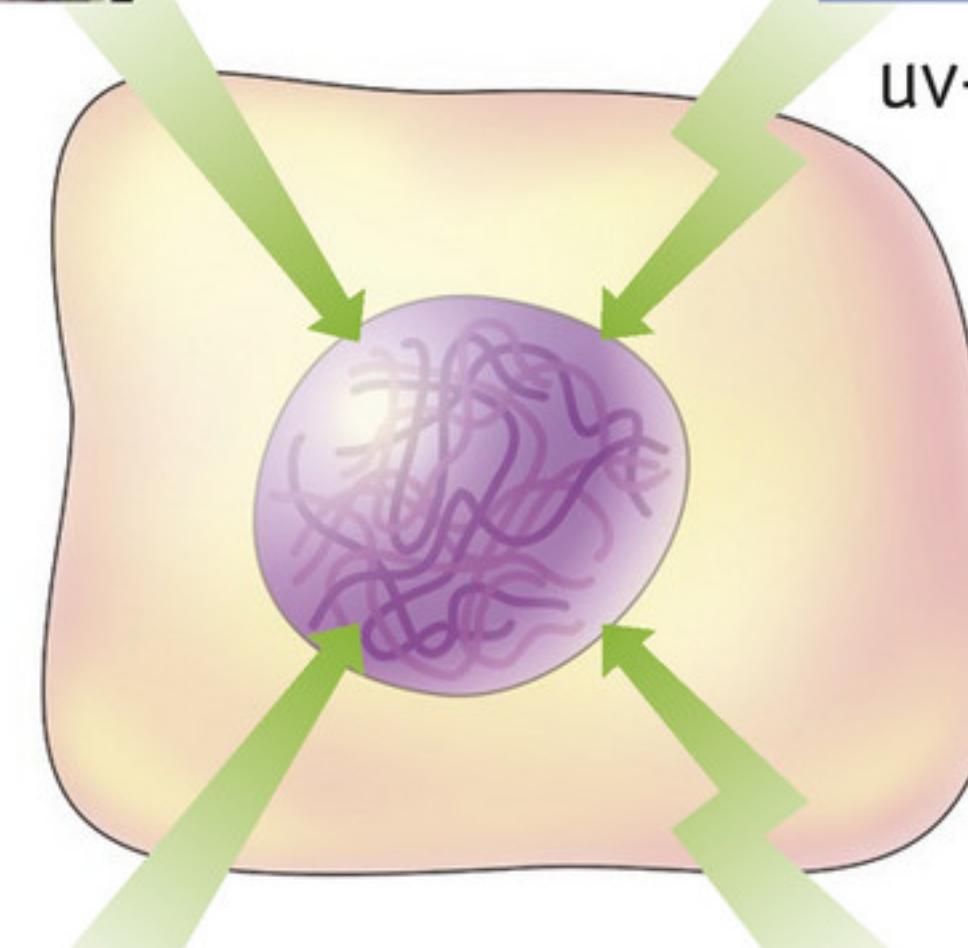
uv-straling



sigarettenrook



röntgen- en radioactieve straling



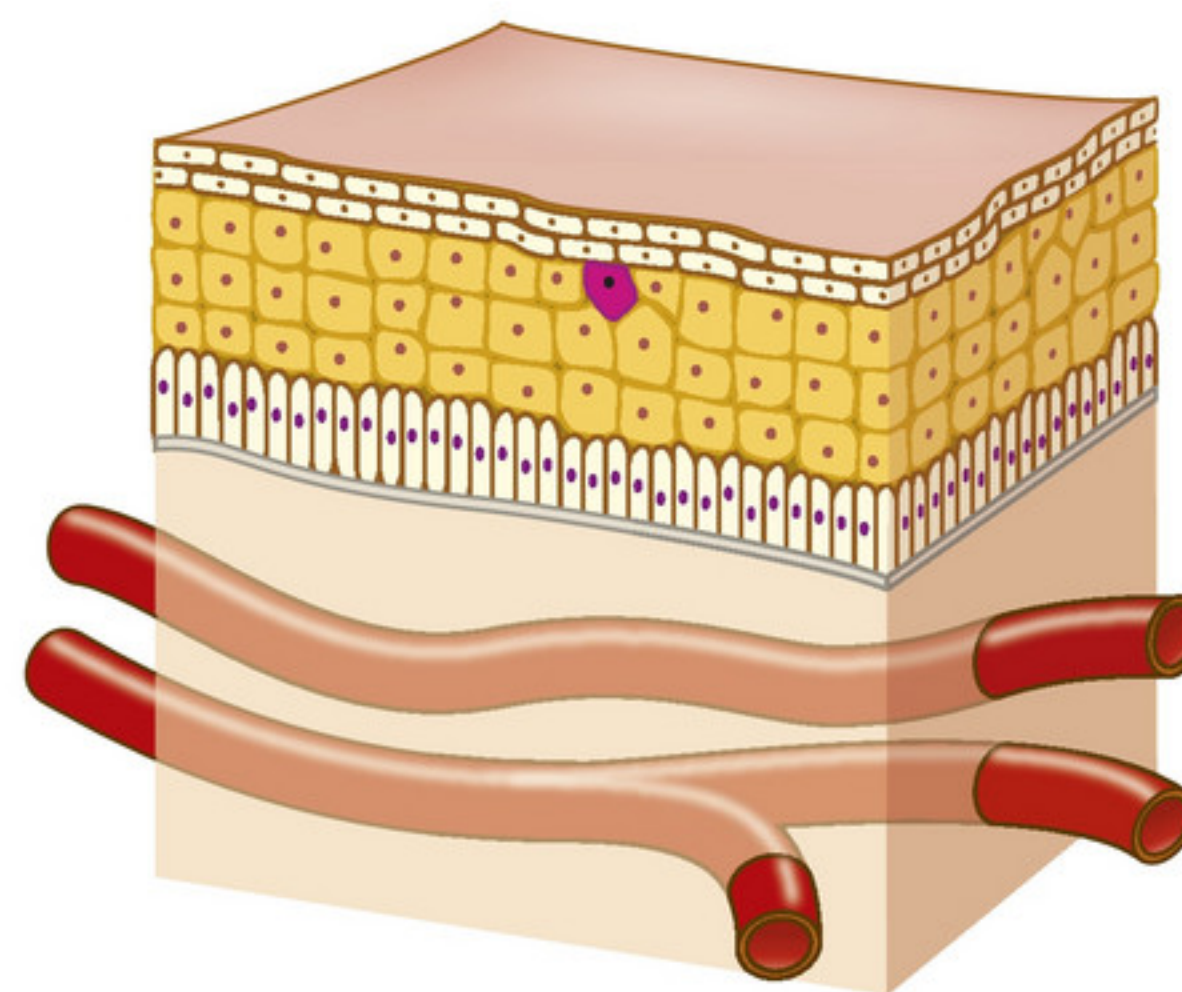
KANKER

Soms vinden mutaties plaats in genen die de celdeling regelen. Hierdoor kan de cel zich ongeremd gaan delen. Er ontstaat dan een **gezwel (tumor)**. Sommige gezwellen groeien niet hard en zijn niet ernstig. Er zijn ook gezwellen waarbij de cellen zich snel delen en het gezwel hard groeit. We spreken dan van **kanker**. De kankercellen uit zo'n gezwel kunnen via het bloed op andere plaatsen in het lichaam terechtkomen (zie afbeelding 21). Daar ontstaan dan weer nieuwe gezwellen.

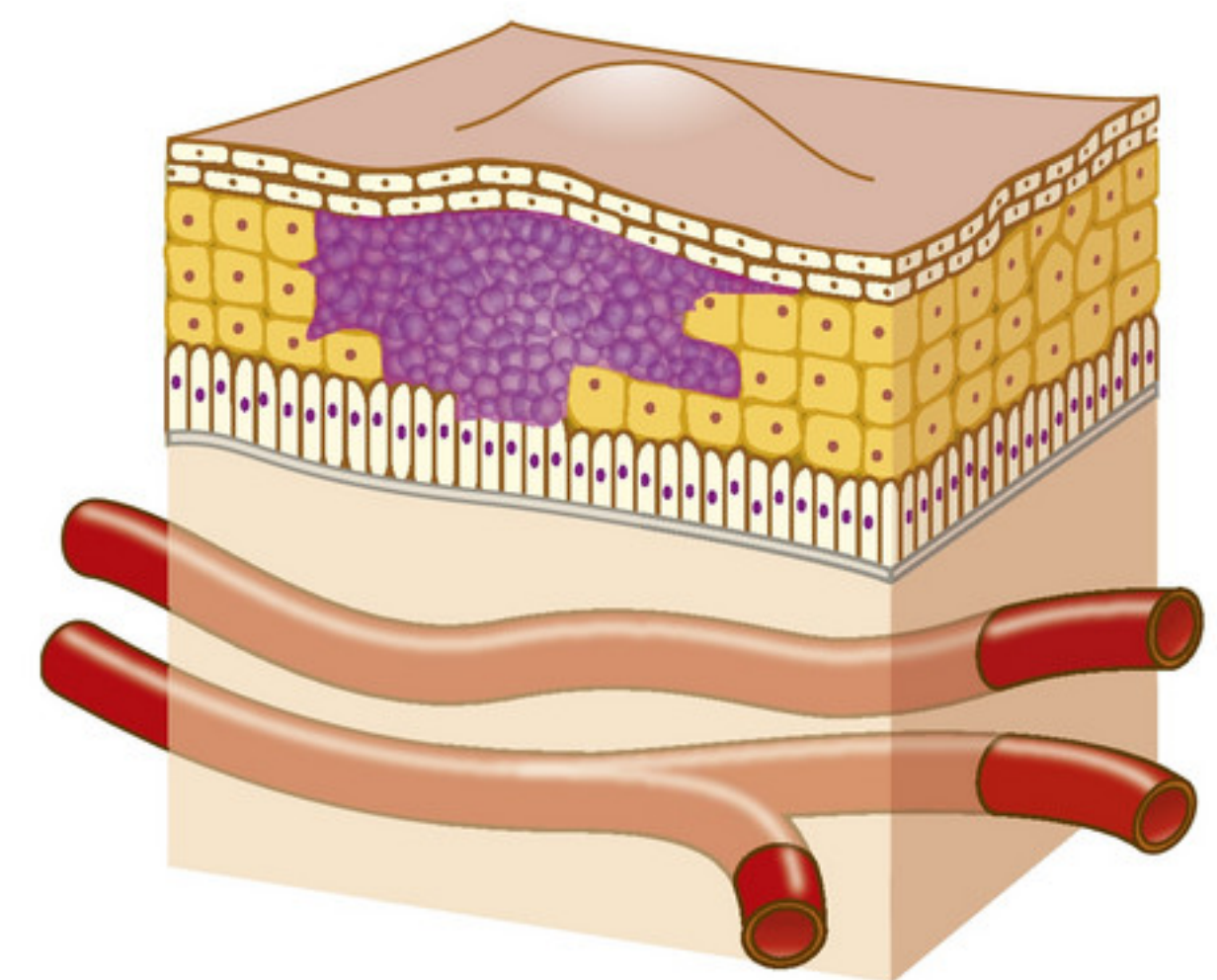
Mutagene invloeden kunnen ook kankerverwekkend zijn. Langdurige blootstelling aan de ultraviolette straling in zonlicht bijvoorbeeld vergroot de kans op huidkanker. Stoffen in sigarettenrook vergroten de kans op longkanker.

WB OPDRACHT 12 BLZ. 15

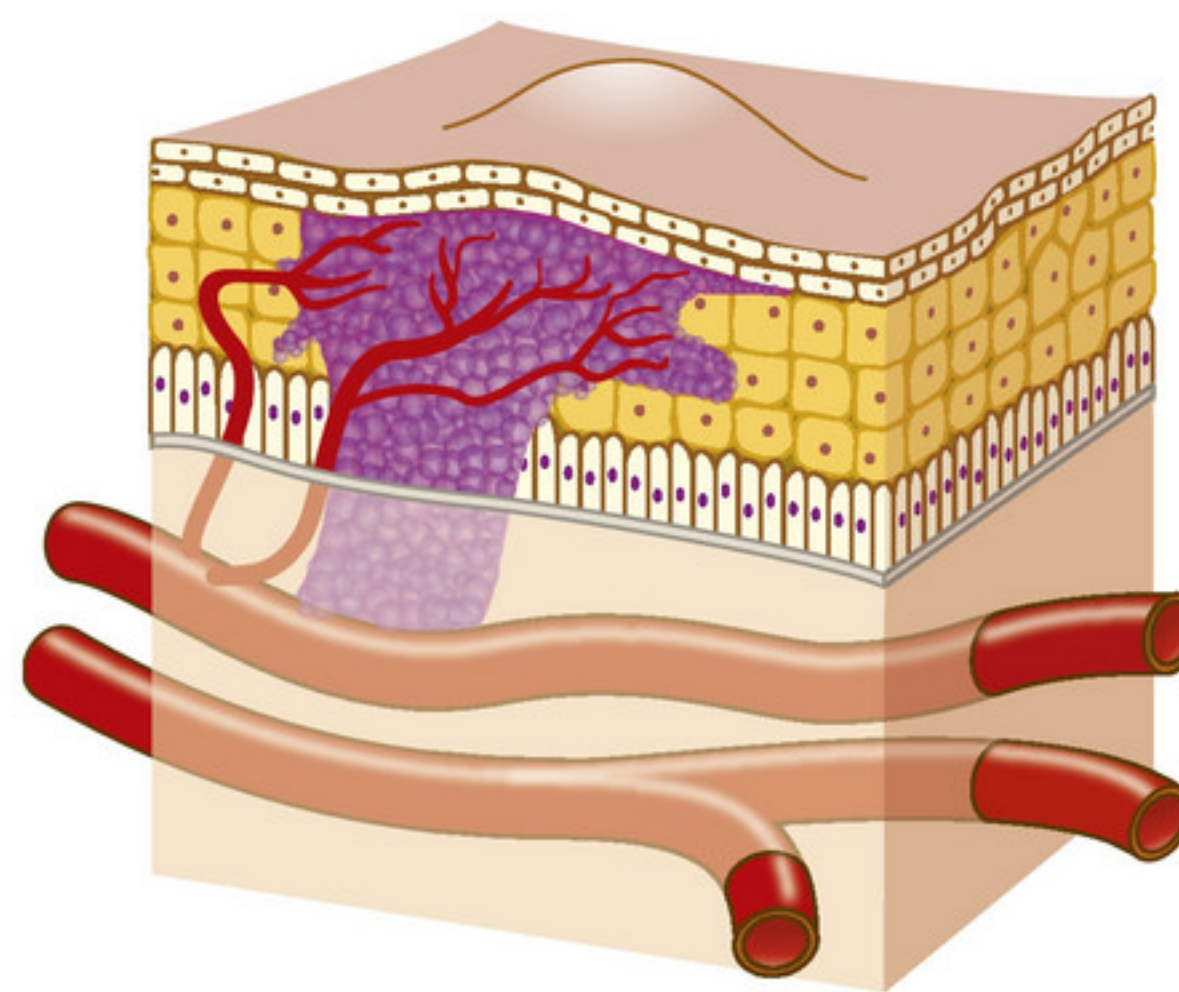
► **Afb. 21** Zo ontstaat kanker (schematisch).



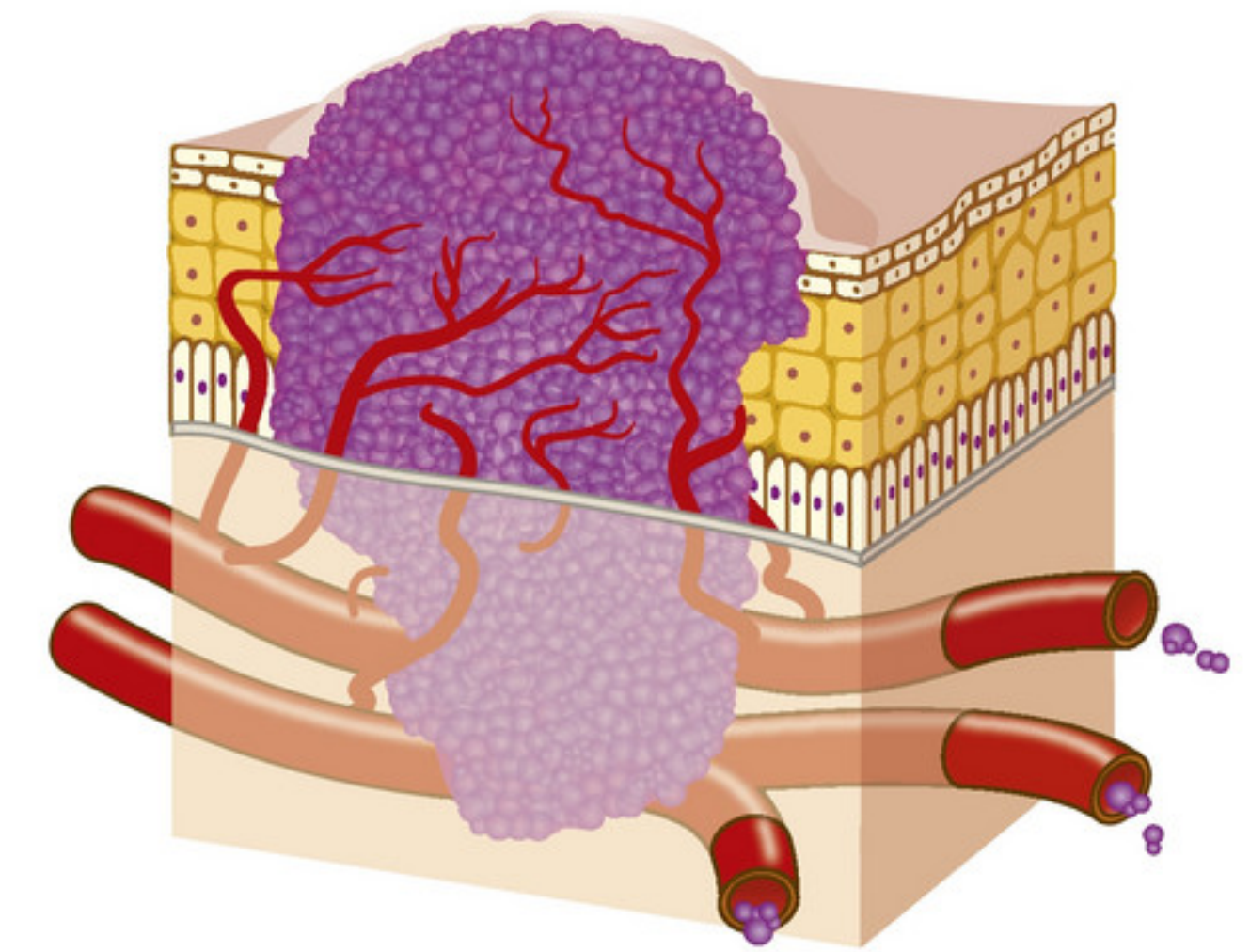
1 bij één cel zijn mutaties opgetreden, waardoor de cel een kankercel wordt



2 de kankercel deelt zich ongeremd



3 er is een kankergezwel ontstaan, waarbij de bouw van de weefsels is verstoord



4 cellen van het kankergezwel komen in het bloed terecht

4 De evolutietheorie

Er leven miljoenen soorten organismen op aarde. Deze vormen van leven kunnen er erg verschillend uitzien (zie afbeelding 22). Biologen zijn ervan overtuigd dat de levensvormen op aarde in de loop van zeer lange tijd zijn ontstaan en veranderd. De ontwikkeling van het leven op aarde, waarbij soorten ontstaan, veranderen en/of verdwijnen, wordt **evolutie** genoemd.

▼ **Afb. 22** Vormen van leven kunnen onderling erg verschillen.



1 dwergpapegaai



2 zwarte truffel



3 luipaard



4 gordeldier

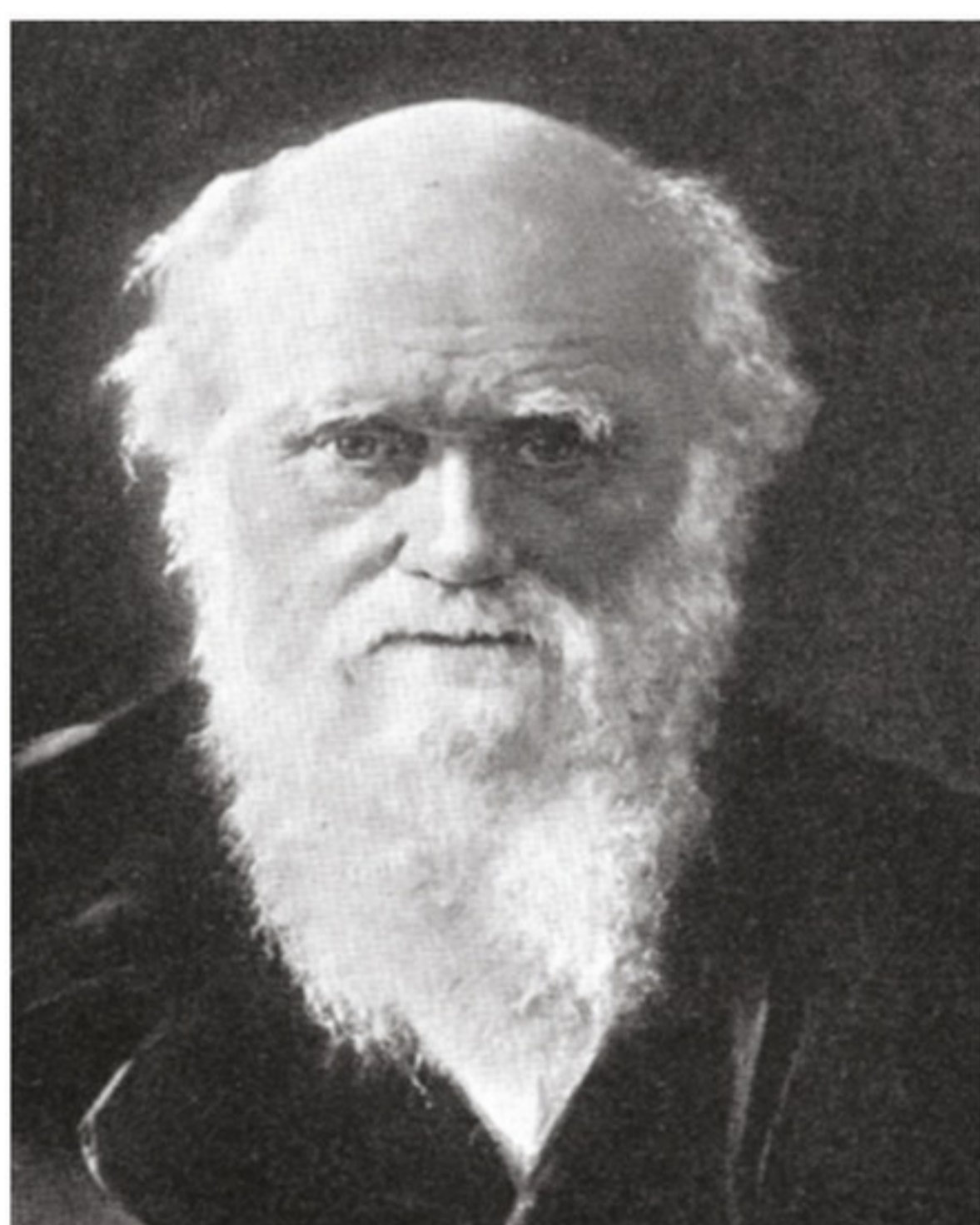


5 paradijsvogelbloem



6 melkslang

▼ **Afb. 23**



Charles Darwin (1809–1882)

De **evolutietheorie** is vanaf de achttiende eeuw ontwikkeld. Deze theorie is niet te bewijzen. Maar er zijn wel veel feiten die deze theorie erg aannemelijk maken. Deze feiten vormen **argumenten** voor de evolutietheorie. De evolutietheorie is vooral ontwikkeld door de Engelse onderzoeker Charles Darwin (zie afbeelding 23). De evolutietheorie gaat uit van variatie in genotypen, natuurlijke selectie en het ontstaan van nieuwe soorten.

VARIATIE IN GENOTYPEN

De meeste planten en dieren planten zich geslachtelijk voort. Je hebt geleerd dat door geslachtelijke voortplanting en door mutaties organismen ontstaan met nieuwe genotypen. Als er bij geslachtelijke voortplanting nieuwe genotypen ontstaan, kunnen hierdoor ook nieuwe fenotypen worden veroorzaakt. In afbeelding 18 heb dit al gezien. In afbeelding 24 zie je allerlei fenotypen bij de mens.

▼ **Afb. 24** Variatie in fenotypen bij de mens.



NATUURLIJKE SELECTIE

Organismen krijgen meestal veel nakomelingen. Eén vrouwtjeskikker bijvoorbeeld kan in één voorjaar wel drieduizend eieren in een vijver leggen. De vijver bevat slechts voedsel voor enkele kikkers. De kikkers uit deze eieren kunnen dan ook niet allemaal in leven blijven. Er treedt een strenge selectie op, waardoor maar enkele nakomelingen volwassen worden en op hun beurt nakomelingen krijgen.

Niet alle kikkers hebben een even grote **overlevingskans**. Kikkers met een zwakke gezondheid of met een opvallende kleur vallen snel ten prooi aan roofdieren. Deze kikkers leven maar kort en hebben weinig kans om nakomelingen te krijgen. Kikkers die gezond en sterk zijn en een goede schutkleur hebben, hebben de grootste kans in leven te blijven en nakomelingen te krijgen. Darwin noemde dit verschijnsel **natuurlijke selectie**.

► **Afb. 25** Natuurlijke selectie.



1 bij nakomelingen van een kikker



2 bij nakomelingen van een beuk

Een dier kan goed of slecht aangepast zijn aan het milieu. Dit wordt vooral bepaald door het genotype. Een dier dat goed is aangepast aan het milieu, heeft een grote overlevingskans. Van dit dier zullen veel nakomelingen in leven blijven. Deze nakomelingen zullen zich voortplanten. Het gunstige genotype wordt zo doorgegeven van ouders naar nakomelingen. Een dier dat slecht is aangepast aan het milieu, krijgt weinig of geen nakomelingen. Het ongunstige genotype wordt zo vrijwel niet doorgegeven aan de nakomelingen. Dit geldt niet alleen voor dieren, maar voor alle organismen.

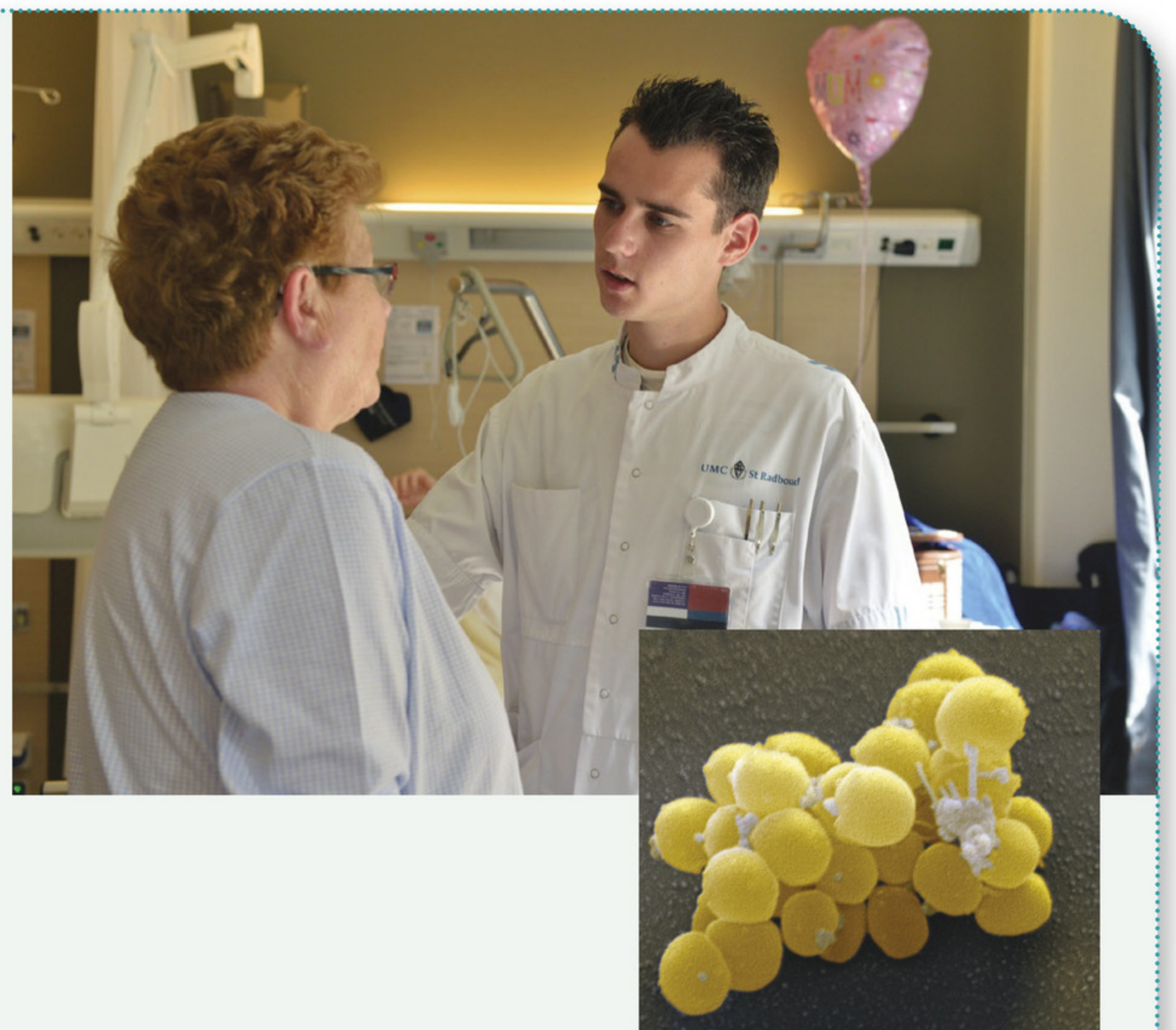
Natuurlijke selectie leidt ertoe dat soorten voortdurend veranderen. In afbeelding 26 lees je dat Sem als verpleegkundige te maken heeft met bacteriën waarvan het genotype is veranderd.

▼ **Afb. 26**

Verpleegkundige

‘Hallo, ik ben Sem. Ik werk als verpleegkundige in een ziekenhuis. Laatst was er op onze afdeling een besmetting met een gevaarlijke MRSA-bacterie. De meeste bacteriën kun je bestrijden met antibiotica. Sinds 1940 wordt al antibiotica gebruikt. Maar MRSA-bacteriën zijn ongevoelig geworden voor antibiotica.

MRSA-bacteriën bezitten een speciaal gen waardoor ze antibiotica kunnen afbreken. Daardoor zijn MRSA-bacteriën moeilijk te bestrijden. Vooral in een ziekenhuis is dat gevaarlijk. Zieke mensen hebben meestal minder weerstand en worden eerder ziek door deze bacterie. We hebben er dus alles aan gedaan om de besmetting te stoppen.’



▼ Afb. 27



Ook giraffen ontstonden door verandering van genotypen. De voorouders van giraffen waren ongeveer zo groot als zebra's. Sommige giraffen hadden door een gunstig genotype een iets langere nek dan hun soortgenoten. Deze giraffen konden aan meer bomen van de bladeren eten (zie afbeelding 27). Daardoor hadden ze een grotere overlevingskans en kregen ze meer nakomelingen. Ze gaven het gunstige genotype door aan hun nakomelingen. Telkens kregen de giraffen met de langste nek de meeste nakomelingen. Daardoor zouden de huidige giraffen met lange hals zijn ontstaan (zie afbeelding 28).

Als een bepaald genotype zorgt voor een grotere overlevingskans of een grotere kans op voortplanting, zal dit genotype worden doorgegeven aan de nakomelingen. Na verloop van tijd zullen steeds meer dieren dit genotype hebben.

WB OPDRACHT 13 BLZ. 17

▼ Afb. 28 De evolutie van giraffen.



1 uitgestorven voorouder van de giraffe

2 giraffe

3 okapi, de enige huidige verwant van de giraffe

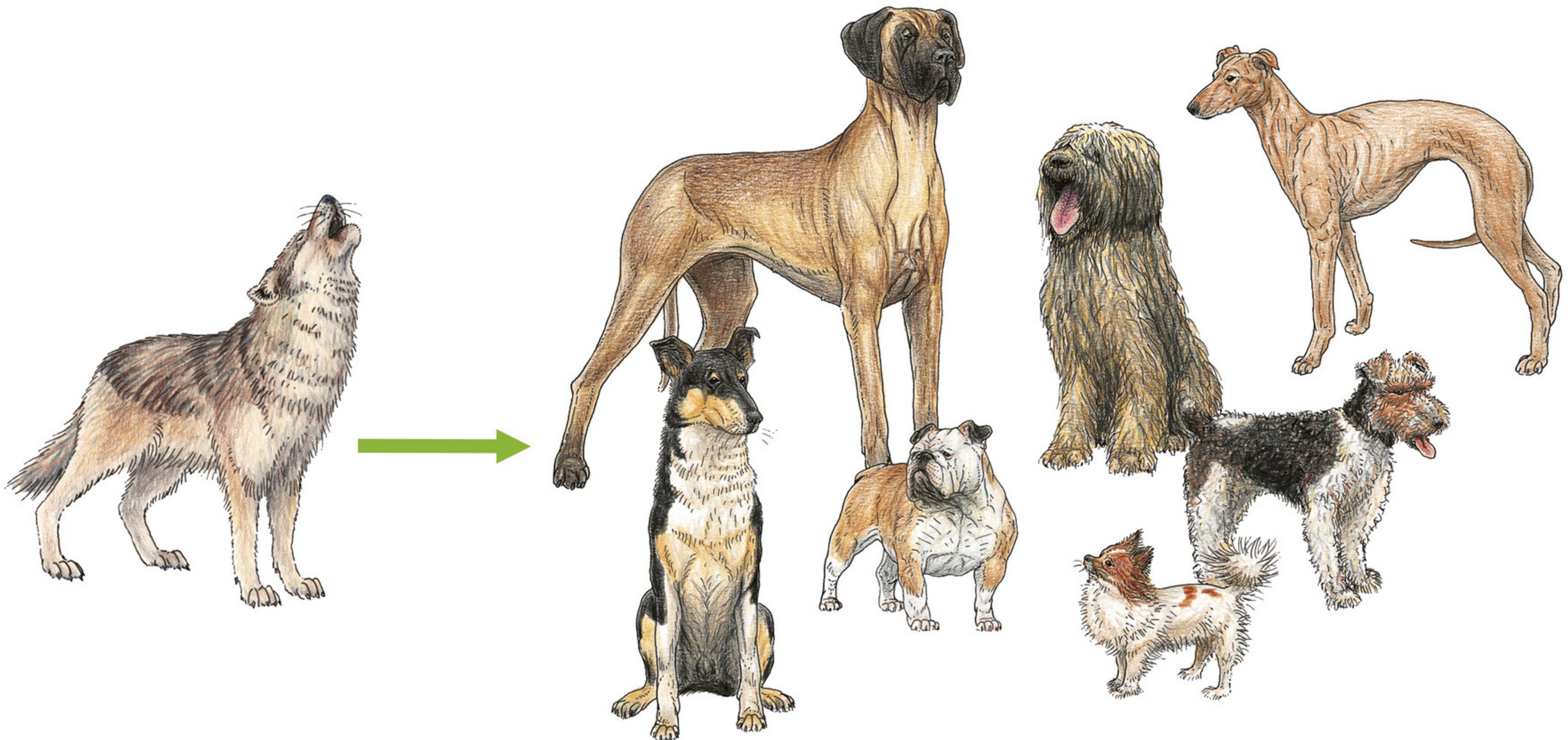
HET ONTSTAAN VAN NIEUWE SOORTEN

Het is belangrijk dat bij een soort veel verschillende genotypen en fenotypen voorkomen. De soort heeft dan een grote overlevingskans, vooral als de milieuomstandigheden veranderen.

Het klimaat kan bijvoorbeeld veranderen. Het is dan gunstig als er veel verschillende genotypen en fenotypen voorkomen. De kans is dan groot dat er enkele organismen zijn die goed zijn aangepast aan het nieuwe klimaat. Dit kan tot gevolg hebben dat de organismen met de oorspronkelijke vorm uitsterven. De organismen met een nieuwe, afwijkende vorm blijven voortbestaan. De soort is dan veranderd.

Ook kan het zijn dat beide vormen naast elkaar blijven bestaan. Organismen met de oorspronkelijke vorm en organismen met de nieuwe, afwijkende vorm planten zich dan onderling voort. Meestal ontstaan dan ook allerlei tussenvormen. Als de verschillende vormen zich onderling blijven voortplanten, blijven ze tot dezelfde soort behoren. Er zal dan geen nieuwe soort ontstaan. Wel kunnen er verschillende vormen van één soort ontstaan. Denk bijvoorbeeld aan verschillende hondenrassen (zie afbeelding 29). Deze behoren alle tot één soort.

▼ Afb. 29 Enkele hondenrassen.



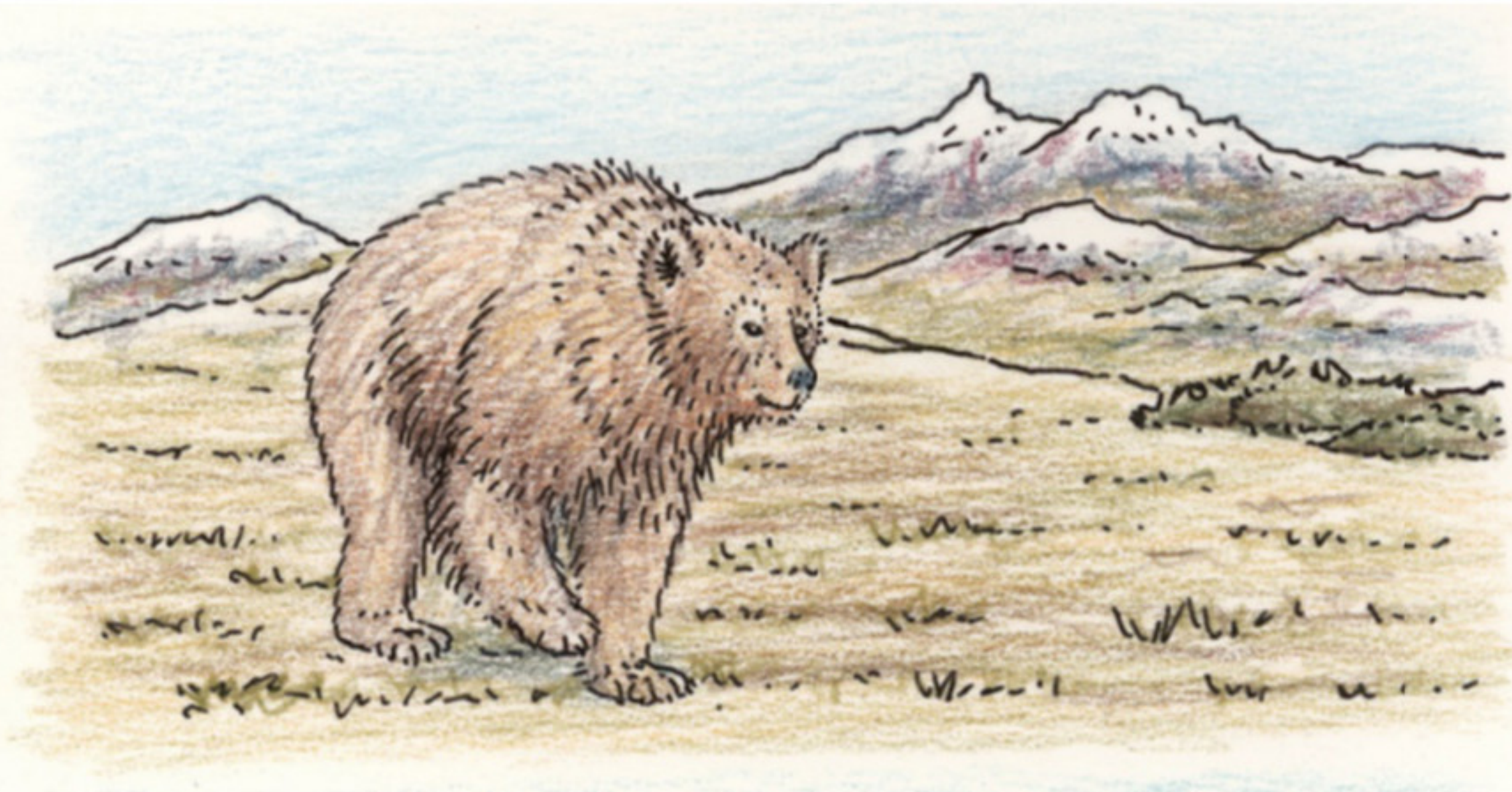
De verschillende vormen van een soort kunnen van elkaar geïsoleerd (gescheiden) raken. Bijvoorbeeld door een rivier, bergen, ijs, een woestijn of een zee. Door **isolatie** kunnen op den duur verschillende soorten ontstaan. Dit komt doordat de twee vormen steeds meer van elkaar gaan verschillen. Na verloop van lange tijd kunnen organismen van de twee vormen zich niet meer onderling voortplanten. De twee vormen zijn dan twee soorten geworden. Hetzelfde kan gebeuren als een groep organismen van één soort geïsoleerd raakt van de rest van de soort. In de loop van miljoenen jaren kan het milieu gaan verschillen. Er vindt dan aanpassing plaats aan de verschillende milieus, bijvoorbeeld bij de beren van afbeelding 30. De halfapen van Madagaskar zijn een ander voorbeeld van soortvorming door isolatie (zie afbeelding 31).

WB OPDRACHT 14 BLZ. 18

▼ **Afb. 30** Ontstaan van een nieuwe soort door isolatie (schematisch).



1 Beren van één soort leven in een bepaald gebied.



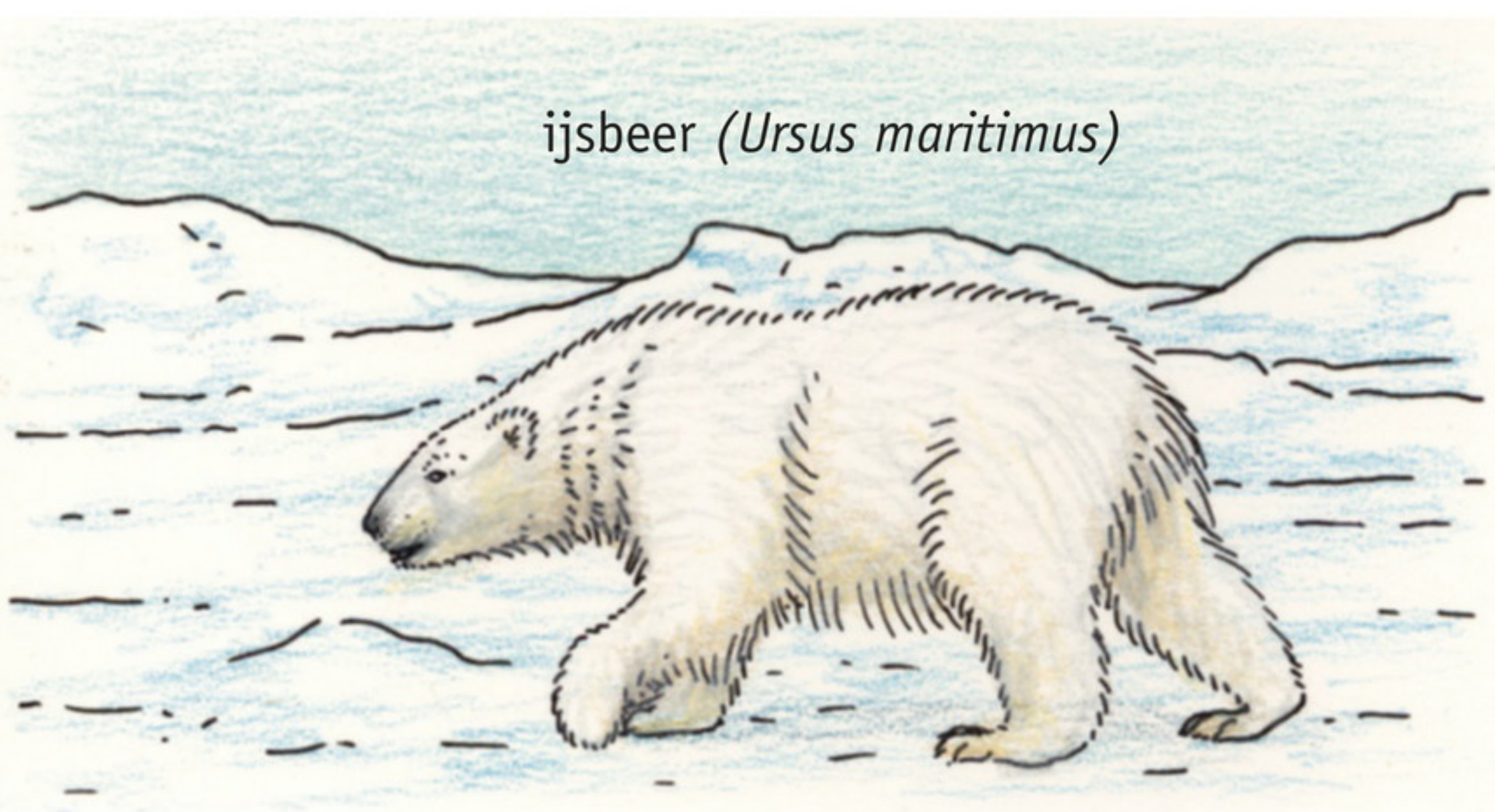
2 Het gebied wordt door water in twee delen gesplitst.
De beren kunnen niet meer bij elkaar komen.



3 De milieus aan beide kanten van het water verschillen steeds meer van elkaar. Beide groepen beren vertonen aanpassingen aan hun eigen gebied. Hierdoor ontstaan twee nieuwe vormen van de berensoort.



bruine beer (*Ursus arctos*)



ijsbeer (*Ursus maritimus*)

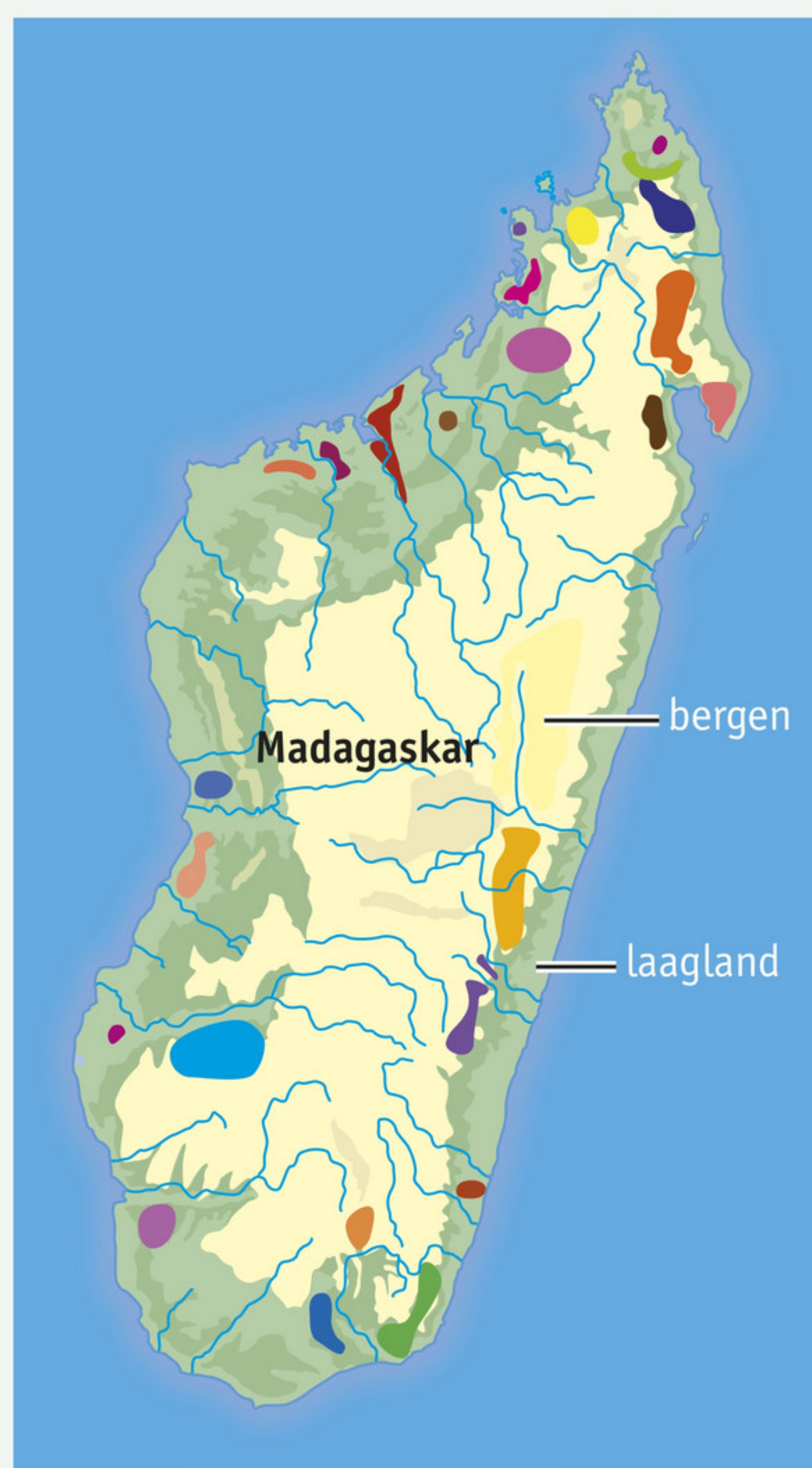
4 Na verloop van lange tijd zijn er twee verschillende soorten ontstaan.
De twee soorten beren kunnen zich niet meer samen voortplanten.

▼ Afb. 31

Halfapen van Madagaskar

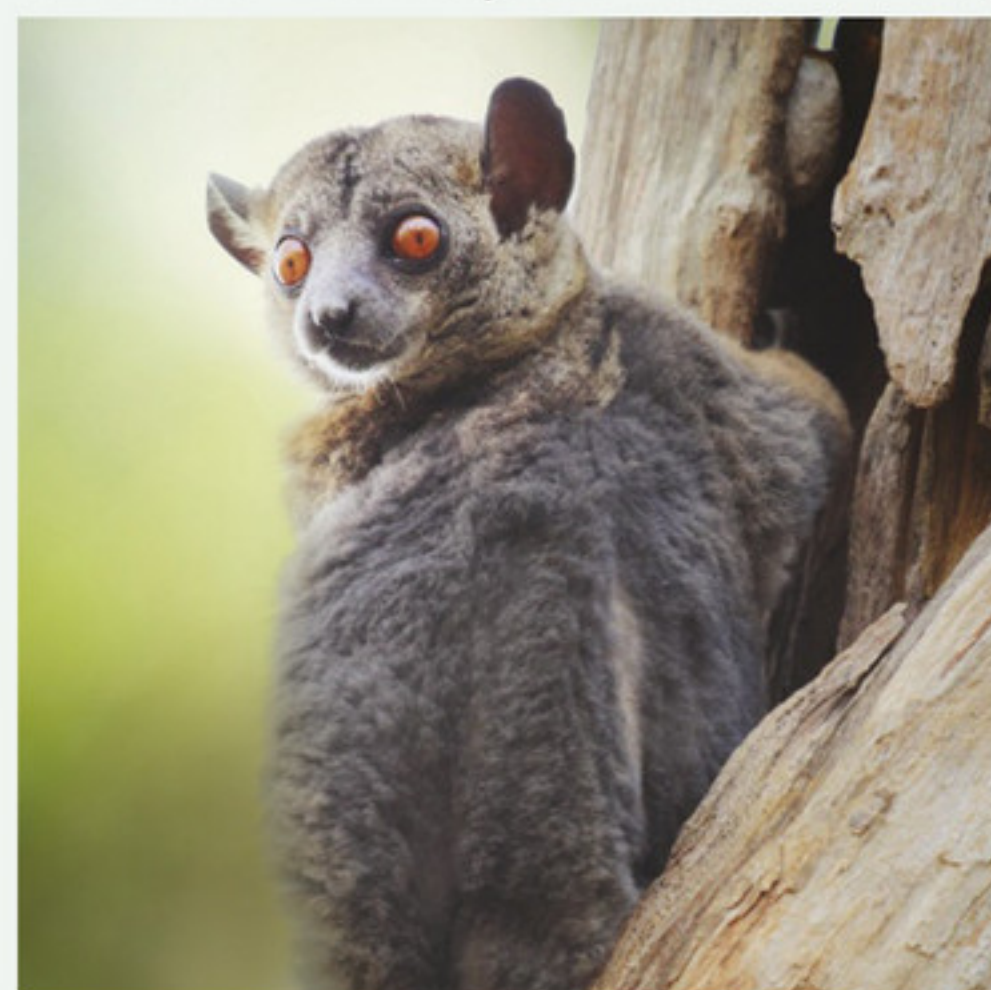
Het eiland Madagaskar bij Afrika is miljoenen jaren geleden losgeraakt van het vasteland van Afrika. Op het eiland leefden maar enkele soorten halfapen. Halfapen lijken op apen, maar zijn het niet. Op het eiland Madagaskar ontstonden bergen en rivieren. Hierdoor ontstonden allerlei gebiedjes die van elkaar waren geïsoleerd (zie de kaart van het eiland). Halfapen steken namelijk geen rivieren, bergen of zeeën over.

In elk gebiedje leefde dus een groep halfapen gescheiden van de rest. Elke groep paste zich aan hun eigen gebied aan. Na verloop van tijd verschilden de verschillende groepen halfapen zo veel van elkaar dat er nieuwe soorten waren ontstaan. Op de kaart zie je allerlei verschillende soorten halfapen, die elk in hun eigen gebied leven.



Verspreiding van de ongeveer twintig soorten halfapen. Elke soort is met een andere kleur aangegeven.

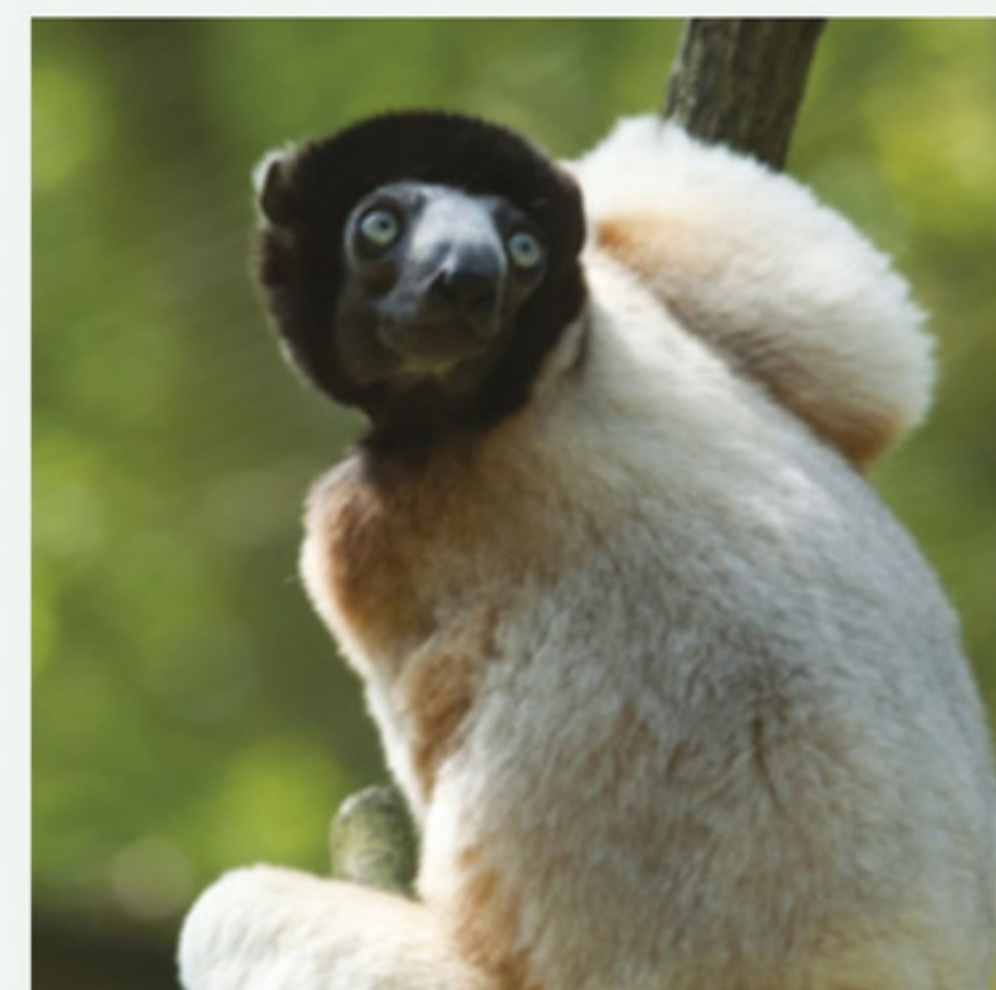
enkele halfapen van Madagaskar



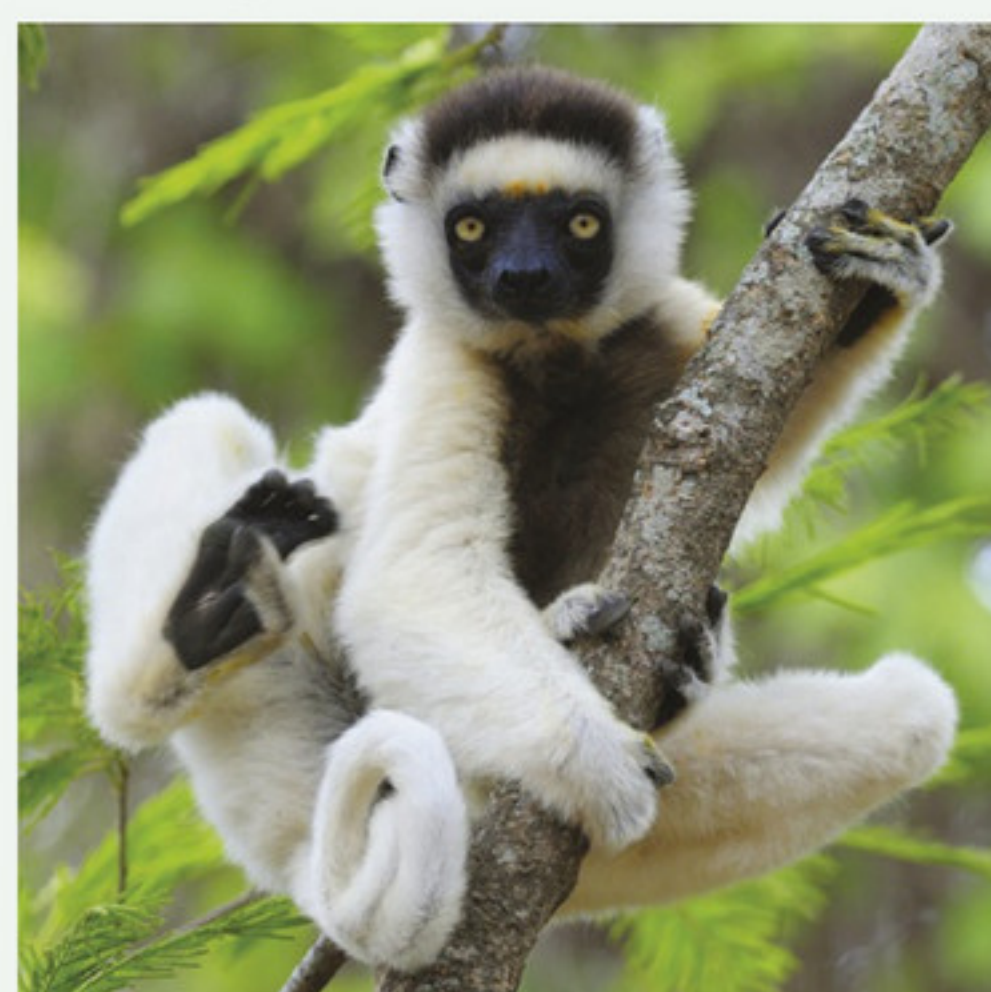
grote wezelmaki



kleine wezelmaki



kroonsifaka



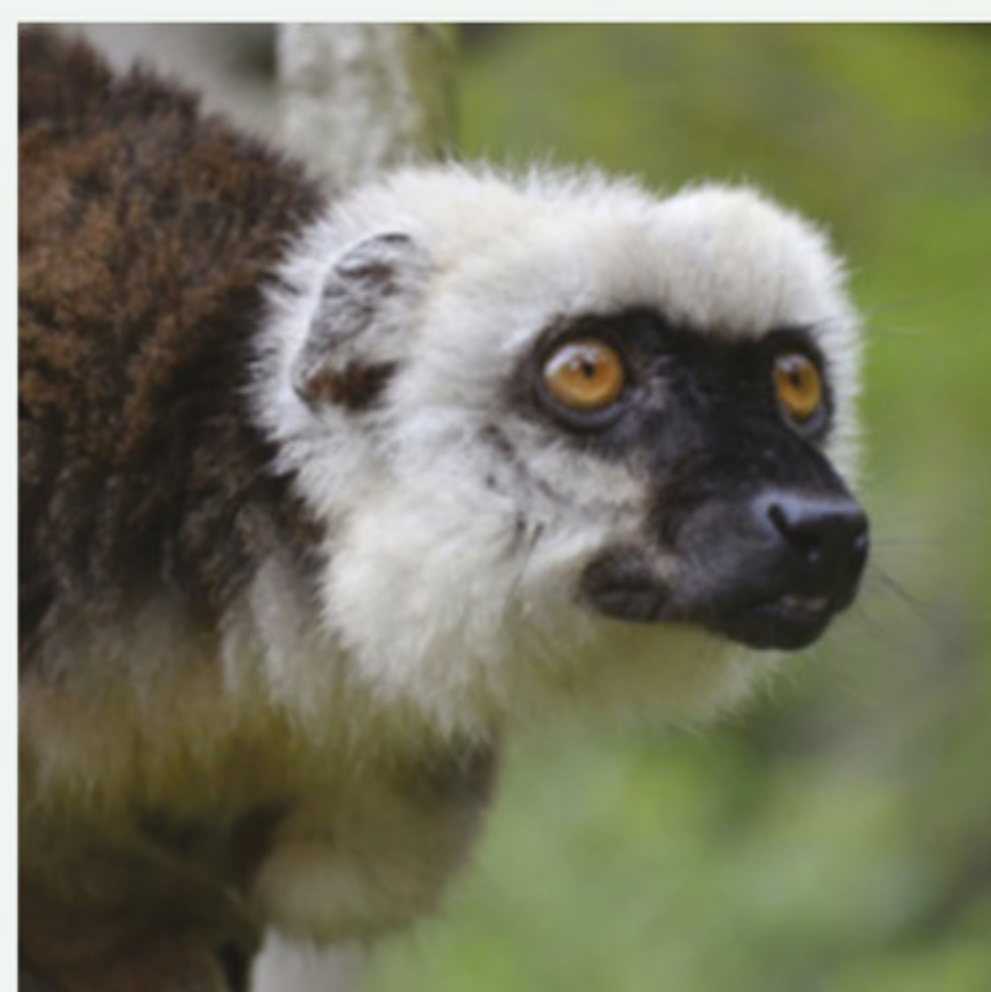
verrauxsifaka



diadeemsifaka



muismaki



witkopmaki



zwart-witte vari



rode vari

5 De geschiedenis van het leven op aarde

Door wetenschappelijk onderzoek weten we veel over de geschiedenis van het leven op aarde. In deze basisstof worden de belangrijkste gebeurtenissen beschreven. De geschiedenis van het leven op aarde wordt verdeeld in **tijdperken**. De tijdperken worden verder onderverdeeld in **perioden**. In afbeelding 33 zijn de tijdperken en perioden weergegeven in een **geologische tijdschaal** (geologie = leer van de aarde). Daarin is weergegeven hoeveel miljoen jaar geleden een periode begon en eindigde. In afbeelding 33 zijn bij elke periode in de geologische tijdschaal enkele levensvormen getekend. De oudste levensvormen op aarde staan onder in de afbeelding.

LEVEN IN HET WATER

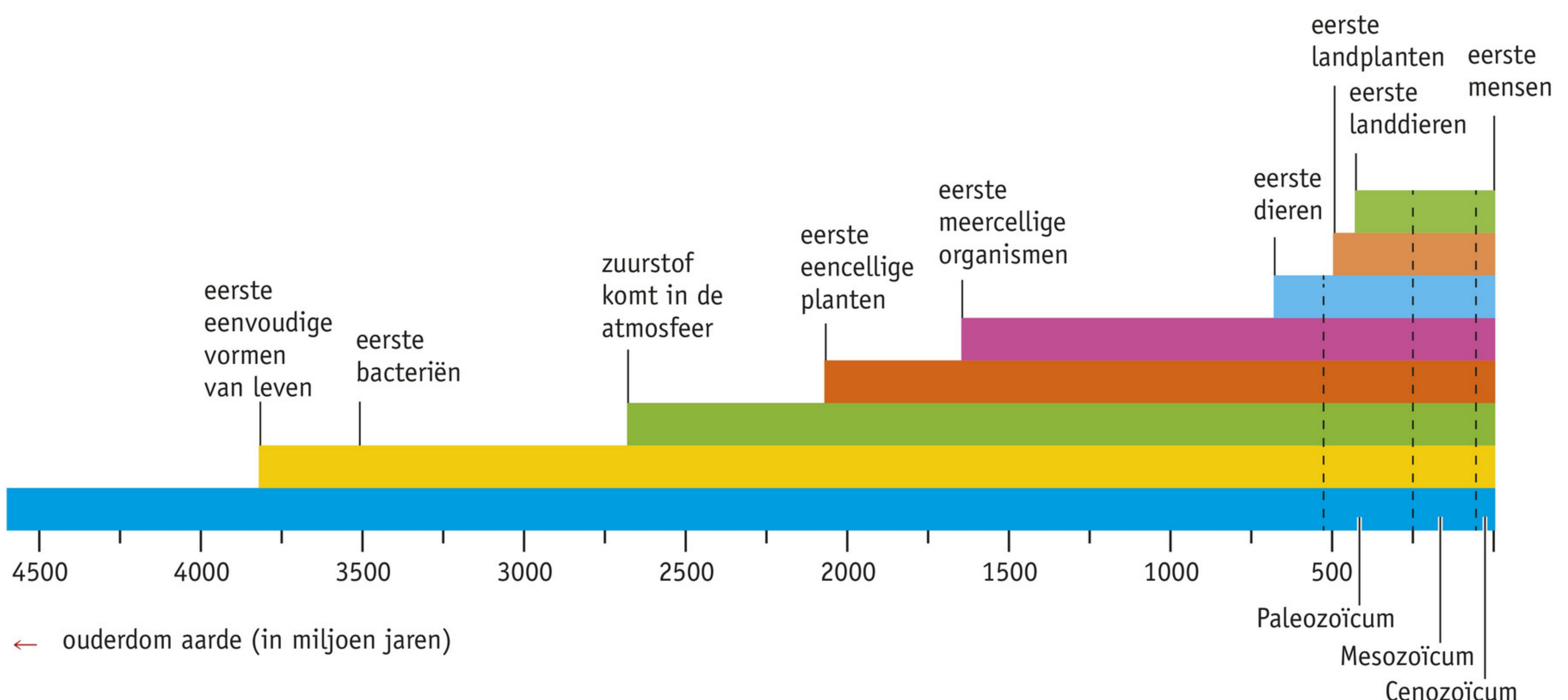
In afbeelding 32 is de geschiedenis van de aarde op een tijdbalk weergegeven. De aarde bestaat ongeveer 4600 miljoen jaar (4,6 miljard jaar). In het begin van het bestaan van de aarde was er **geen leven** mogelijk. De temperatuur was hiervoor nog veel te hoog.

Ongeveer 3800 miljoen jaar geleden ontstonden waarschijnlijk de **eerste eenvoudige levensvormen**. Deze eerste levensvormen leefden in het water.

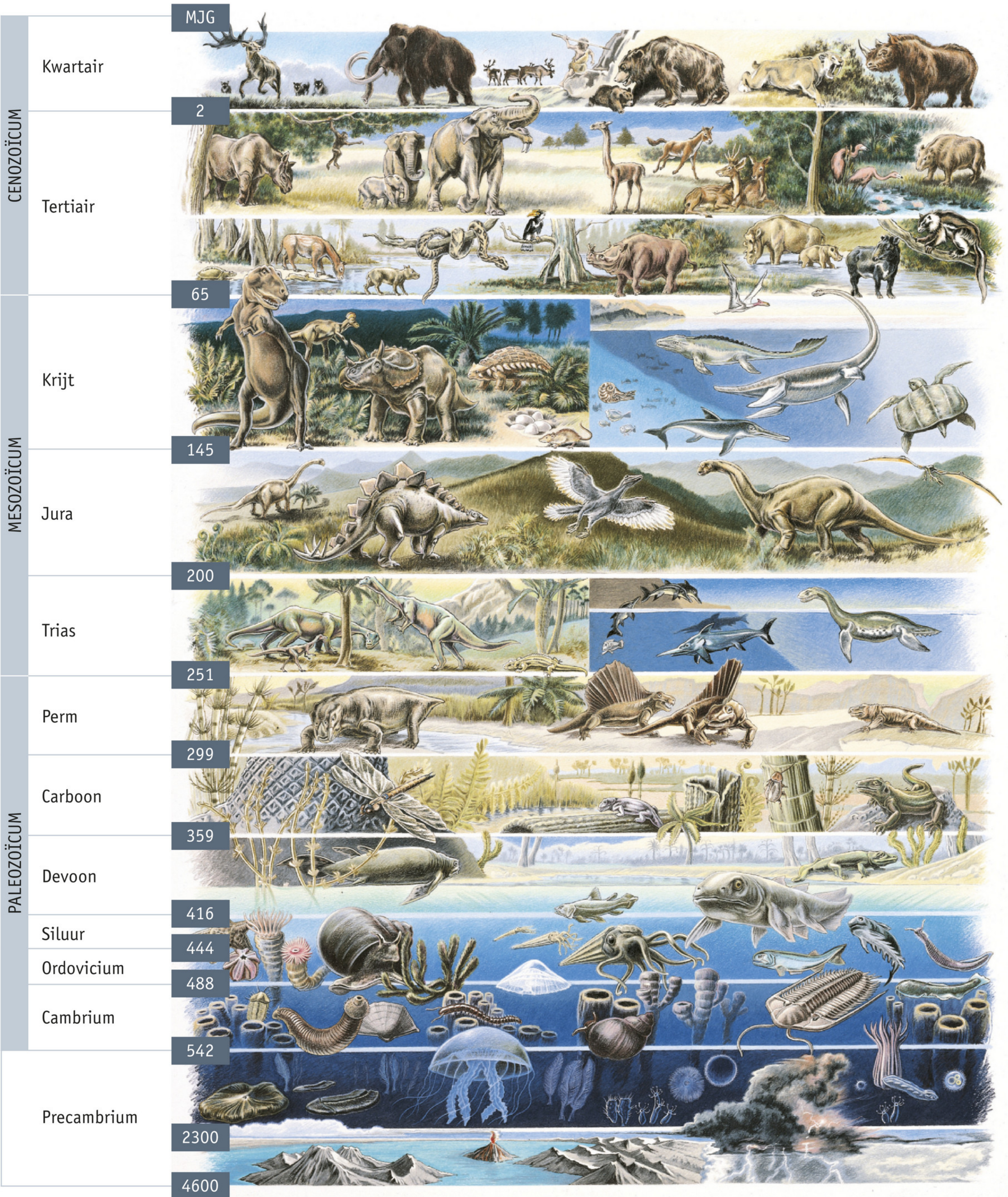
De lucht bevatte toen nog geen zuurstof.

Uit de eerste eenvoudige levensvormen ontstonden de eerste **bacteriën**. Een deel van deze bacteriën kon al zuurstof produceren. Ongeveer 3300 miljoen jaar geleden ontstonden andere **eencellige organismen** die fotosynthese konden laten plaatsvinden. Daardoor kwam er langzaam meer zuurstof in het water en ook in de lucht.

▼ Afb. 32 Tijdbalk van de geschiedenis van de aarde.



▼ **Afb. 33** Geologische tijdschaal (mjg = miljoen jaar geleden).



Ongeveer 1600 miljoen jaar geleden ontwikkelden zich uit de eencelligen de eerste **meercellige organismen**. De eerste dieren ontstonden ongeveer 700 miljoen jaar geleden. Er ontstonden onder andere sponzen, holtedieren (bijvoorbeeld kwallen), platwormen, weekdieren (bijvoorbeeld inktvissen), geleedpotigen (bijvoorbeeld trilobieten, zie afbeelding 34.2) en stekelhuidigen (bijvoorbeeld zeesterren). Al deze soorten ontstonden in de oceanen en zeeën, op het land kwamen alleen bacteriën voor.

▼ Afb. 34 Het leven in zee.



1

2 trilobiet

LEVEN OP HET LAND

De eerste **landplanten** (onder andere mossen) verschenen ongeveer 500 miljoen jaar geleden. De planten veroverden het land en veranderden de kale vlakten. In dezelfde periode ontstonden de eerste gewervelde dieren, de **vissen**.

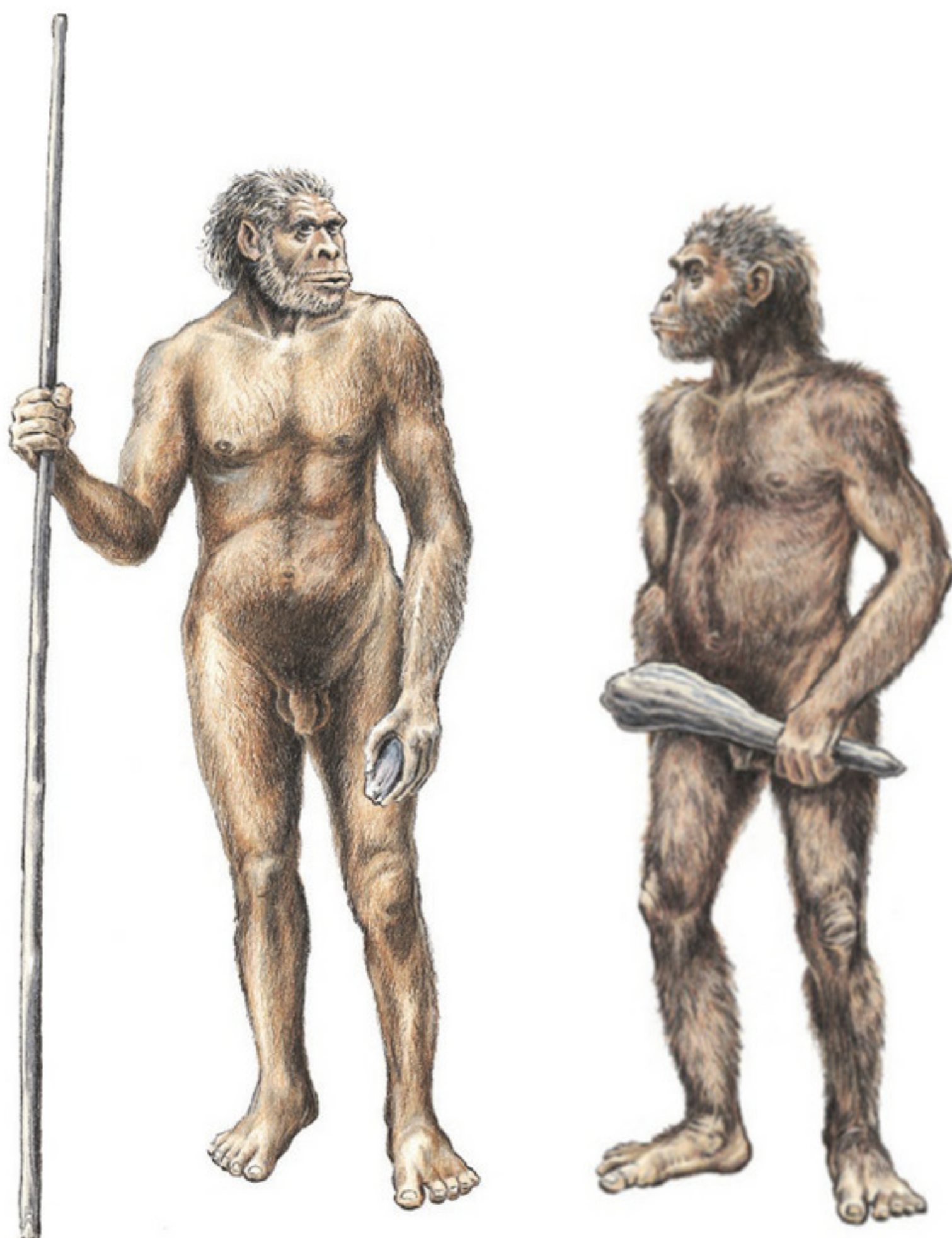
Ongeveer 450 miljoen jaar geleden ontstonden er **landdieren**. De eerste landdieren waren voornamelijk geleedpotigen (vooral duizendpoten). Daarna volgden andere gewervelden: de **amfibieën** en de **reptielen**.

Ongeveer 251 miljoen jaar geleden begon de enorme bloeitijd van de reptielen. Er verschenen allerlei soorten **sauriërs** (*sauros* = hagedis). Op het land leefden enorme **dinosauriërs** (zie afbeelding 35). Sommige daarvan bereikten een lengte van meer dan 25 meter. Ook in het water en in de lucht leefden allerlei soorten sauriërs. Tegelijk met de sauriërs ontstonden de eerste **zoogdieren** en **vogels**.

► **Afb. 35** Uitgestorven landdieren.

1 sauriërs

2 vogel en zoogdier

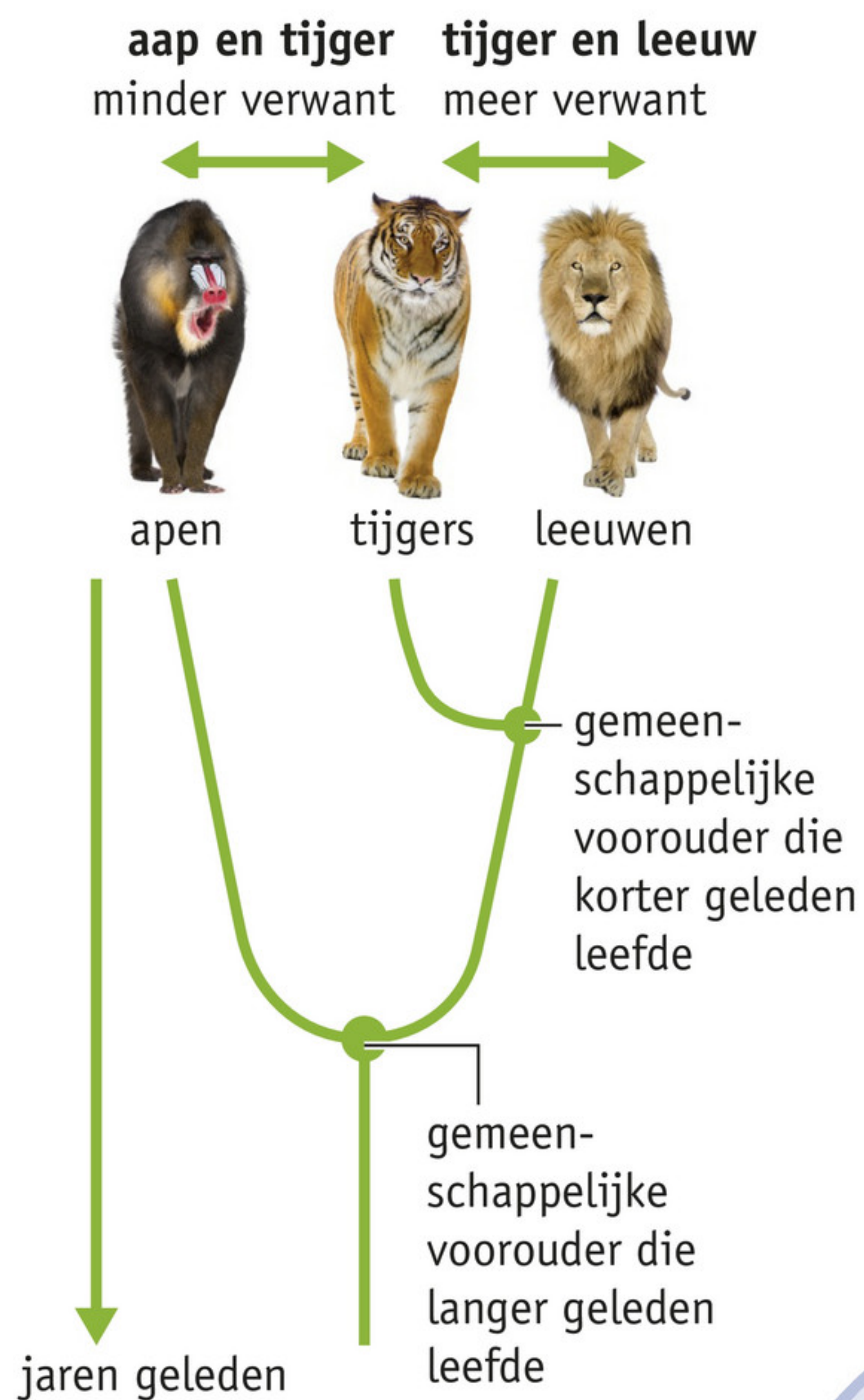
▼ **Afb. 36** Mensachtigen.1 *Australopithecus africanus*2 *Homo erectus*

Vele miljoenen jaren lang leefden de zoogdieren en vogels onopvallend naast de sauriërs. Maar 65 miljoen jaar geleden stierven de sauriërs in korte tijd uit. De oorzaak hiervan was een rotsblok met een doorsnede van ongeveer tien kilometer, dat vanuit de ruimte insloeg op de aarde. Dat gaf een enorme explosie, gevolgd door uitgestrekte bosbranden. Hierna hebben enkele jaren lang zwarte wolken van stof en roet boven het aardoppervlak gehangen. Vermoedelijk hebben deze wolken zo veel zonlicht tegengehouden dat het op de gehele aarde vrijwel donker werd en de temperatuur sterk daalde. De sauriërs hebben deze klimaatverandering niet overleefd, de zoogdieren en vogels wel. Toen de sauriërs verdwenen, konden de zoogdieren en vogels goed tot ontwikkeling komen.

De eerste primitieve **mensachtigen** verschenen ongeveer 3 miljoen jaar geleden (zie afbeelding 36). Alle mensen die nu leven, hebben een gemeenschappelijke voorouder die 150 000 jaar geleden in Afrika leefde.

WB OPDRACHT 15 EN 16 BLZ. 19

▼ Afb. 37



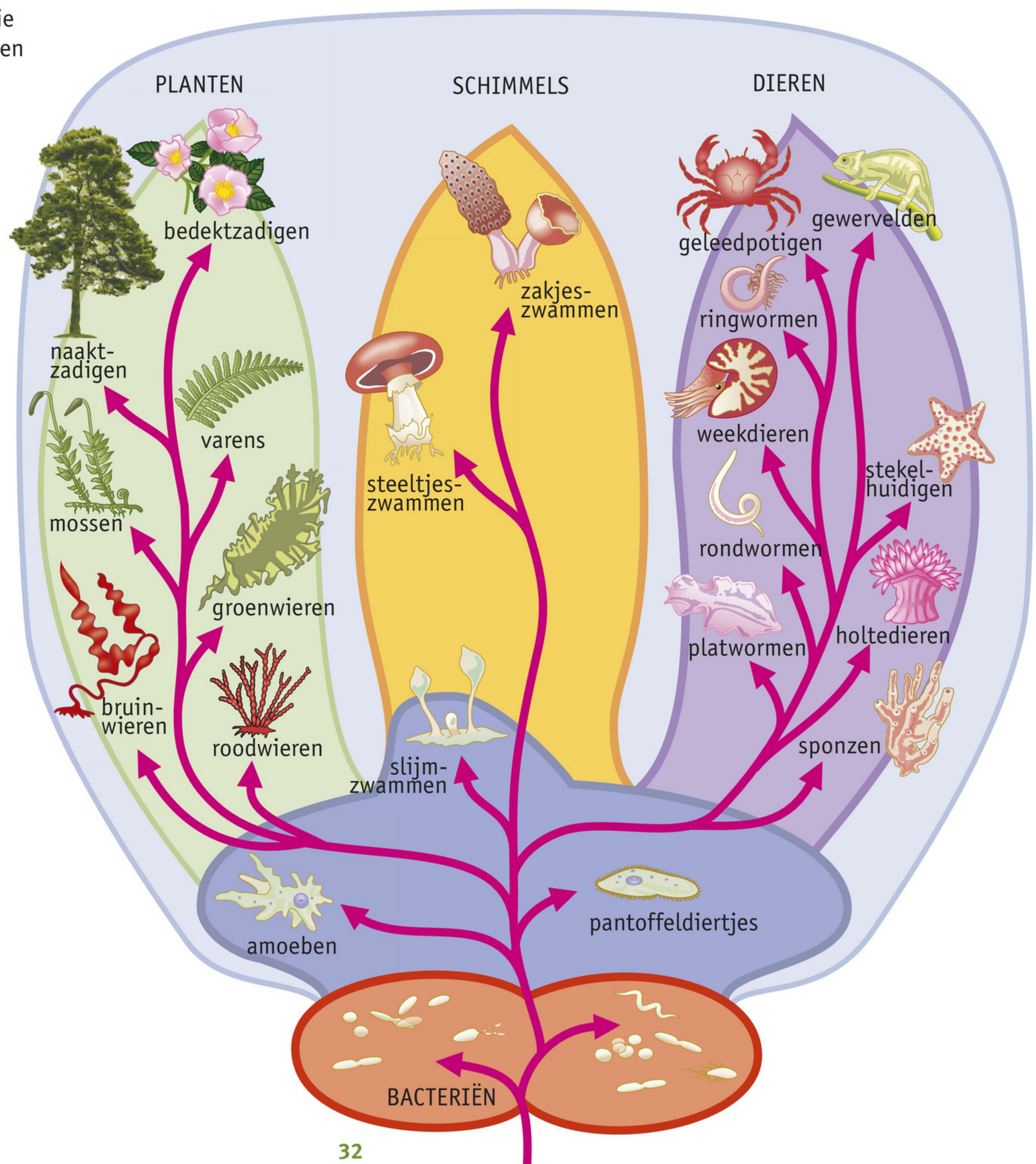
VERWANTSCHAP VAN SOORTEN

Tijdens de ontwikkeling van het leven op aarde zijn allerlei soorten organismen ontstaan. Soorten die een gemeenschappelijke voorouder hebben, vertonen **verwantschap**. Hoe langer geleden de gemeenschappelijke voorouder van twee soorten leefde, hoe minder de soorten verwant zijn. Je ziet dat in afbeelding 37. De gemeenschappelijke voorouder van een tijger en een aap leefde langer geleden dan de gemeenschappelijke voorouder van een tijger en een leeuw. De aap en de tijger zijn minder aan elkaar verwant dan de leeuw en de tijger.

In afbeelding 38 is de vermoedelijke afstamming van organismen schematisch weergegeven. Uit deze afbeelding kun je aflezen waaruit groepen organismen zich hebben ontwikkeld. Ook kun je afleiden welke groepen veel en welke weinig verwantschap vertonen.

WB OPDRACHT 17 T/M 19 BLZ. 20

▼ Afb. 38 Vermoedelijke stamboom van organismen.



6

Biotechnologie

▼ Afb. 39 Bakkersgist.



▼ Afb. 40 Voedingsmiddelen waarbij al eeuwenlang biotechnologie wordt toegepast.



Biotechnologie is een verzamelnaam voor technieken waarbij organismen worden gebruikt om producten te vervaardigen voor de mens. Deze technieken worden al eeuwenlang gebruikt, vooral bij de productie van voedingsmiddelen. Voorbeelden van zulke voedingsmiddelen zijn brood, bier, wijn, kaas, yoghurt en zuurkool.

In deel 1 heb je geleerd dat schimmels kunnen worden gebruikt bij het maken van voedingsmiddelen. Brood, bier en wijn worden bereid met behulp van speciale schimmels, de **gisten** (zie afbeelding 39). Bij de bereiding van brood zorgen gistcellen ervoor dat het deeg gaat rijzen. Het deeg wordt luchtiger, waardoor het brood minder zwaar op de maag ligt. Bij de bereiding van bier en wijn produceren gistcellen alcohol.

Kaas wordt geproduceerd met behulp van een stof uit de maag van pasgeboren kalveren. Als deze stof aan melk wordt toegevoegd, ontstaat in de melk een vaste massa. Hiervan wordt kaas gemaakt. Yoghurt wordt gemaakt uit melk door er bepaalde soorten **bacteriën** aan toe te voegen. Deze bacteriën vormen stoffen die de zure smaak van yoghurt veroorzaken. Zuurkool wordt gemaakt uit fijngesneden witte kool. Bepaalde soorten bacteriën vormen stoffen die zorgen voor de zure smaak van zuurkool. Bij de productie van al deze voedingsmiddelen maakt de mens al eeuwenlang gebruik van organismen. Ook bij de productie van bepaalde smaakstoffen, geneesmiddelen en hormonen worden al heel lang organismen gebruikt. De gebruikte organismen zijn uit zichzelf in staat de gewenste stoffen te produceren. Het genotype van de organismen hoeft hiervoor niet te worden veranderd.

GENETISCHE MODIFICATIE

De laatste jaren is de biotechnologie sterk in opkomst. Dat komt doordat allerlei technieken zijn ontwikkeld om nieuwe erfelijke informatie aan te brengen in het DNA van een organisme. Bijvoorbeeld informatie die afkomstig is van een ander soort organisme. Deze technieken worden **recombinant-DNA-technieken** genoemd.

Een voorbeeld van een toepassing van deze technieken is de productie van insuline voor diabetespatiënten. In deel 1 heb je geleerd dat een diabetespatiënt zichzelf elke dag een hoeveelheid insuline moet inspuiten. Insuline was tot voor kort een duur geneesmiddel. Het werd verkregen uit de alvleesklier van geslachte varkens. Deze methode was tijdrovend en kostbaar. Gezonde mensen hebben een gen dat de informatie bevat voor de productie van insuline. Bacteriën hebben dit gen niet. DNA met dit gen is weggehaald uit cellen van de mens en ingebracht bij bepaalde bacteriën. Deze bacteriën bezitten dan de informatie voor de productie van insuline en gaan insuline produceren. Door deze bacteriën op grote schaal te kweken kan nu goedkoop insuline in zuivere vorm worden geproduceerd.

Door recombinant-DNA-technieken kunnen allerlei gewenste erfelijke eigenschappen bij organismen worden 'aangebracht'. Dit wordt ook wel **genetische modificatie** genoemd. Een genetisch gemodificeerd organisme noem je **transgeen**.

Voor genetische modificatie worden vaak micro-organismen gebruikt, maar soms ook planten of dieren. In afbeelding 41 zie je daar voorbeelden van. In de gezondheidszorg, de landbouw, de industrie en het milieu worden genetisch gemodificeerde organismen gebruikt. De meeste toepassingsmogelijkheden liggen in de voedselproductie (zie afbeelding 42).

▼ **Afb. 41** Voorbeelden van genetische modificatie.



Paarse tomaat

Wageningse onderzoekers hebben een gen uit een leeuwenbekje (tuinplant) ingebracht in het genotype van een tomaat. Dit gen bevat de informatie voor een kleurstof die mogelijk kankerremmende stoffen bevat. Muizen die de paarse tomaat aten, leefden 30% langer dan muizen die de rode tomaten aten. Maar er zijn nog geen bewijzen dat de paarse tomaat ook gezond is voor mensen. Noorse wetenschappers gaan dit verder onderzoeken.



Geiten maken medicijn

Een Amerikaans bedrijf heeft toestemming gekregen om een nieuw geneesmiddel op de Europese markt te brengen. Dit geneesmiddel wordt gehaald uit de melk van genetisch gemodificeerde geiten. Het geneesmiddel vermindert na een operatie of bevalling het risico op bloedklontering bij patiënten met een zeldzame, erfelijke bloedziekte.



Meer sap uit vruchten

Het enzym pectinase wordt gebruikt bij de bereiding van vruchtensap. Dit enzym wordt geproduceerd door een genetisch gemodificeerde schimmel. Pectinase breekt een deel van de celwanden in vruchten af, waardoor een hogere sapopbrengst wordt verkregen.



Stonewashed spijkerbroeken

Om spijkerbroeken een stonewashed uiterlijk te geven werden ze vroeger in een grote wasmachine gewassen met puimsteen. Dat kostte veel energie en was tijdrovend. Dat gaat tegenwoordig een stuk goedkoper en sneller. Het stonewashed effect kan namelijk ook worden bereikt door de broek te behandelen met het enzym cellulase. Dit enzym wordt geproduceerd door genetisch gemodificeerde bacteriën.

▼ **Afb. 42** Sommige voedingsmiddelen bevatten genetisch gemodificeerde soja.



VOOR- EN TEGENSTANDERS

Sommige mensen zijn voorstander van genetische modificatie, omdat hierdoor de voedselopbrengst hoger wordt. Dat is nodig om de steeds maar groeiende wereldbevolking van voedsel te voorzien. Door genetische modificatie kunnen sommige gewassen ook milieuvriendelijker worden geproduceerd en kunnen sommige ziekten beter worden behandeld (zie afbeelding 41).

Er zijn ook mensen die bezwaren hebben tegen genetische modificatie. Ze vinden bijvoorbeeld dat de mens niet het recht heeft om de erfelijke eigenschappen van organismen naar eigen inzicht te veranderen. Of ze keuren het af dat door genetische modificatie allerlei nieuwe soorten organismen worden ‘gemaakt’. Ook zijn ze bang dat organismen die genetisch zijn gemodificeerd in de natuur terechtkomen en daar schade veroorzaken.

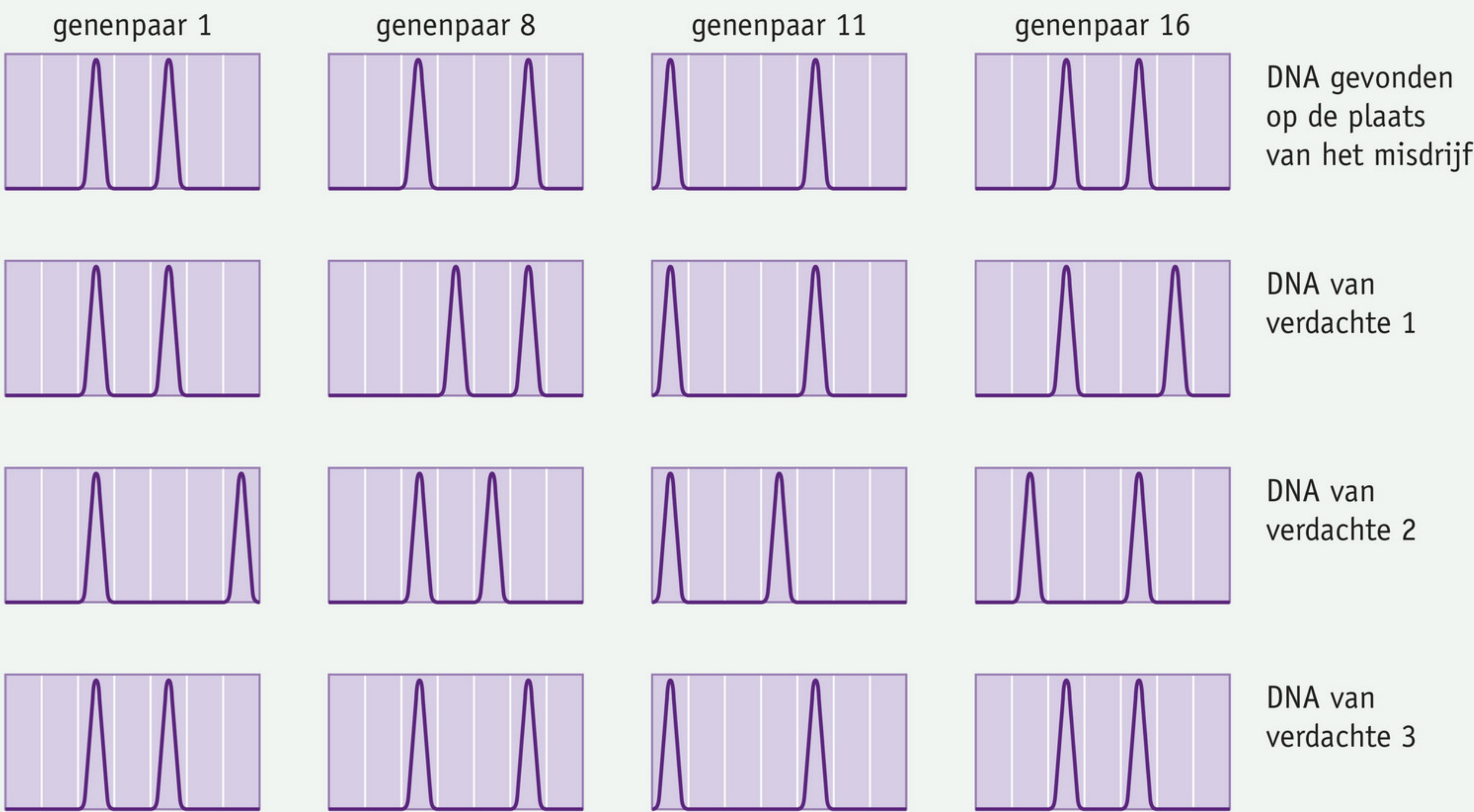
WB OPDRACHT 20 BLZ. 22

▼ **Afb. 43**

Discokiller loopt tegen de lamp dankzij DNA-test

Tegen een 52-jarige man is levenslange gevangenisstraf geëist. Hij wordt verdacht van de moord op vijf vrouwen in de jaren tachtig. De verdachte kreeg de bijnaam ‘discokiller’ omdat hij slachtoffers oppikte die stonden te liften na een discobezoek. De man liep na achttien jaar tegen de lamp door een DNA-test die hij moest ondergaan na een inbraak. Het DNA van de 52-jarige man bleek overeen te komen

met DNA-sporen die in de jaren tachtig op de plaats van de moorden waren gevonden. In de afbeelding kun je dat zien. Je ziet DNA afkomstig van vier chromosomenparen. Als de pieken van de verdachte op dezelfde plaats staan als de pieken van het DNA dat op de plaats van het misdrijf is aangetroffen, dan heeft deze verdachte wat uit te leggen.



DNA-TESTEN

Met een **DNA-test** wordt het DNA, of een deel van het DNA, van een organisme in kaart gebracht. DNA-testen zijn steeds goedkoper, sneller en nauwkeuriger geworden. Daardoor spelen DNA-testen nu bijvoorbeeld een belangrijkere rol bij de misdaadbestrijding. Ieder mens heeft zijn eigen, unieke DNA. Als op de plaats van een misdrijf huidschilfers, haren, sperma of bloedsporen worden aangetroffen, kan het DNA uit de cellen hiervan worden onderzocht. Op deze manier kan uit een groep verdachten de werkelijke dader worden ontmaskerd (zie afbeelding 43).

Met DNA-testen kunnen ook erfelijke ziekten worden opgespoord. In afbeelding 16 heb je gelezen dat met een DNA-verwantschapstest onderzocht kan worden of een man de biologische vader is van een bepaald kind. Een biotechnologisch analist werkt met DNA-testen (zie afbeelding 44).

WB OPDRACHT 21 EN 22 BLZ. 23

▼ Afb. 44

Biotechnologisch analist

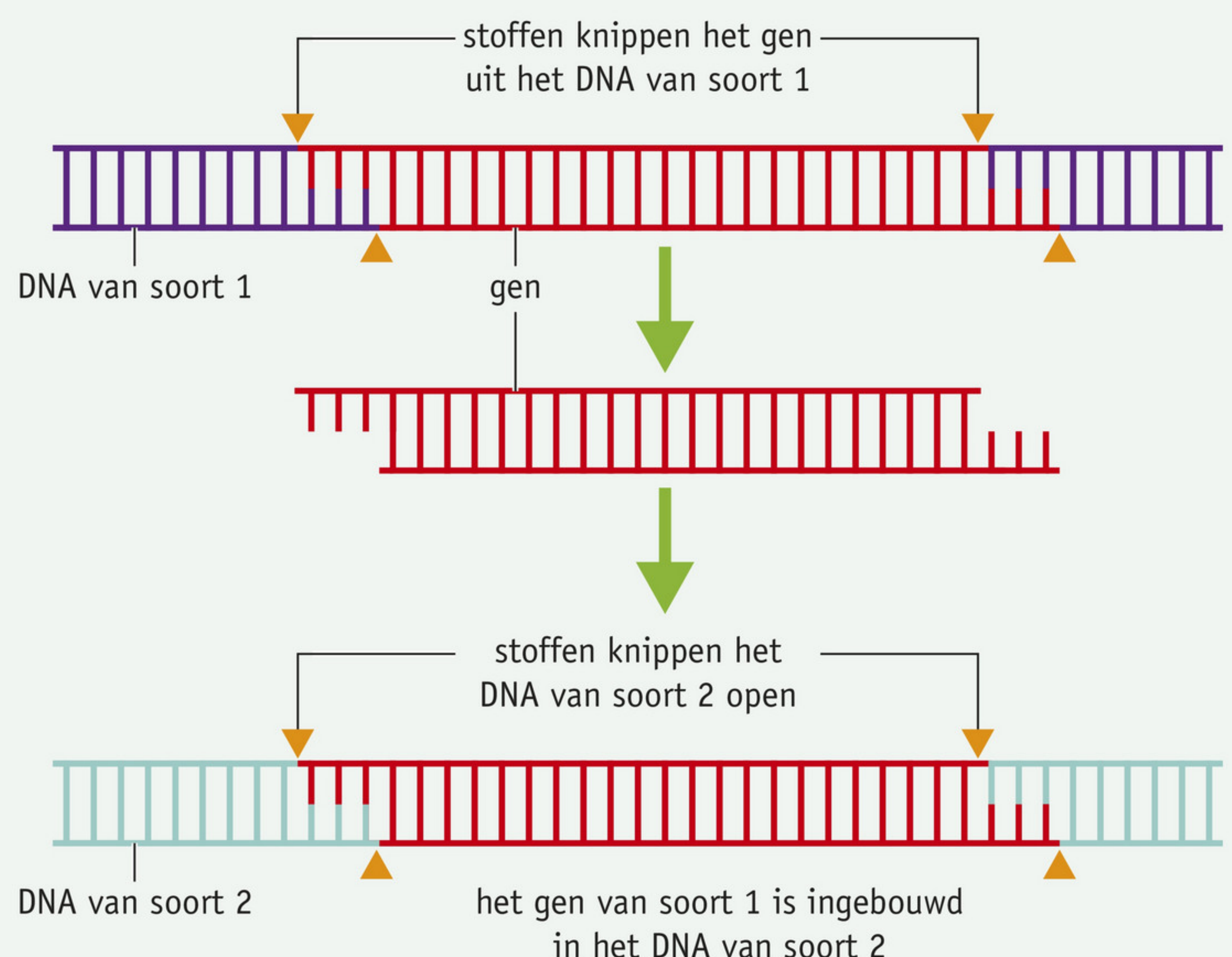
Hallo, ik ben Linde. Ik werk als biotechnologisch analist op een modern laboratorium van een onderzoeksinstituut. In ons vak worden moleculaire DNA-technieken steeds belangrijker. Bijvoorbeeld DNA isoleren. Daarbij wordt het DNA uit de cellen van bloed of wangslimvlies gehaald.

Een andere techniek is DNA 'knippen'. Bij deze techniek gebruiken we speciale stoffen. Deze stoffen breken het DNA van een chromosoom telkens op een bepaalde plaats open. Bijvoorbeeld bij genetische modificatie (zie de afbeelding). De stoffen knippen dan het DNA

van een gen open. Het gen van soort 1 komt zo los te liggen van het DNA van deze soort. Als het DNA van soort 2 is opengeknipt, kan het gen van soort 1 worden ingebouwd (of geplakt) in soort 2.

DNA-knippen is een moderne techniek die ik geleerd heb op de mbo-opleiding biotechnologisch analist. Deze techniek wordt steeds meer gebruikt. Ook bij allerlei DNA-testen wordt bijvoorbeeld DNA geknipt.

DNA knippen bij genetische modificatie



7 Fossielen

Dat de evolutietheorie aannemelijk is, wordt onder andere aangetoond door **fossielen**. Fossielen zijn versteende overblijfselen van organismen, of afdrukken van organismen in gesteenten (zie afbeelding 45).

► **Afb. 45** Fossielen.



1 fossiele beenderen van een dinosauruspoot (met de ontdekker ervan)

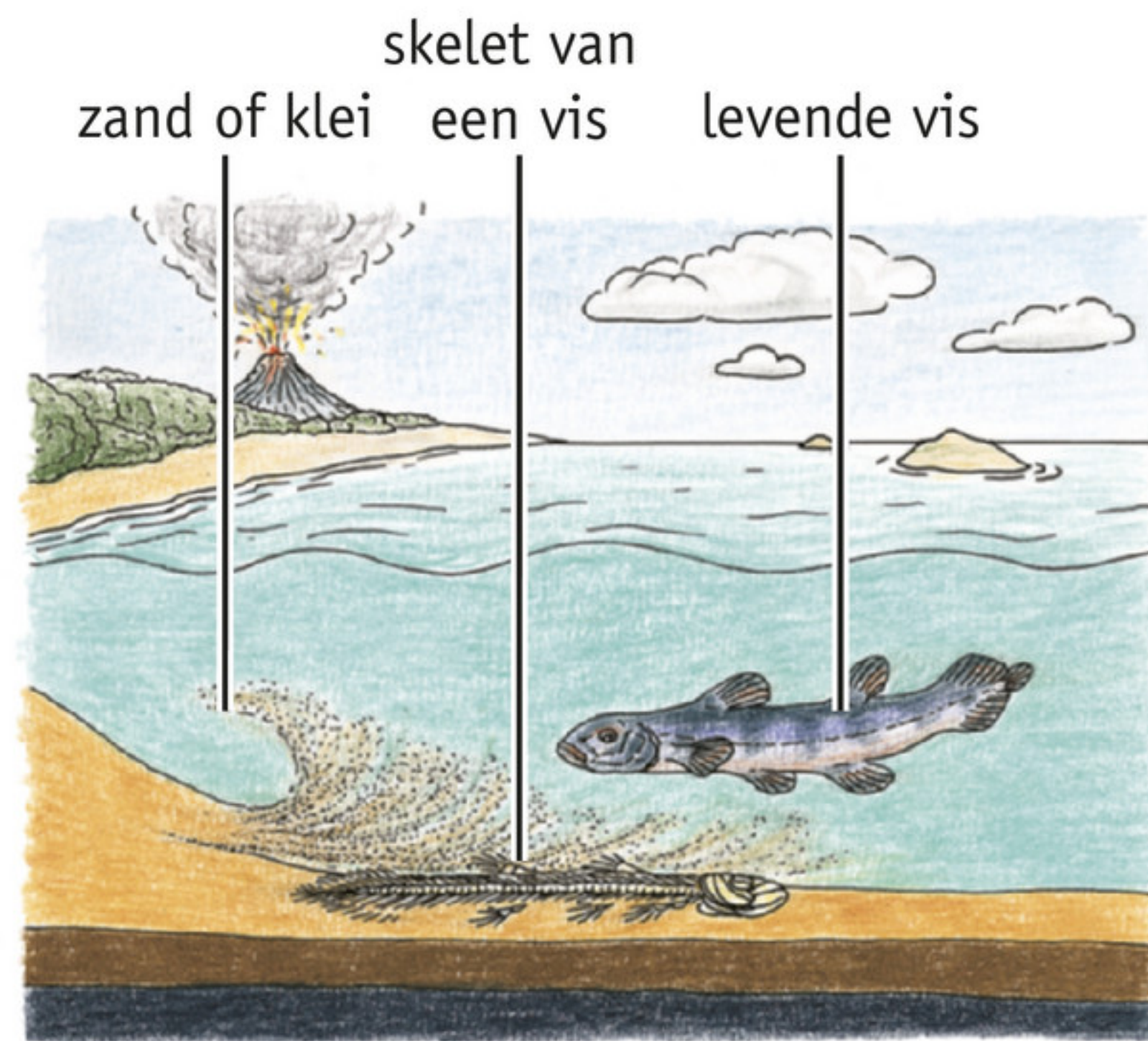


2 fossiel van een uitgestorven reptiel

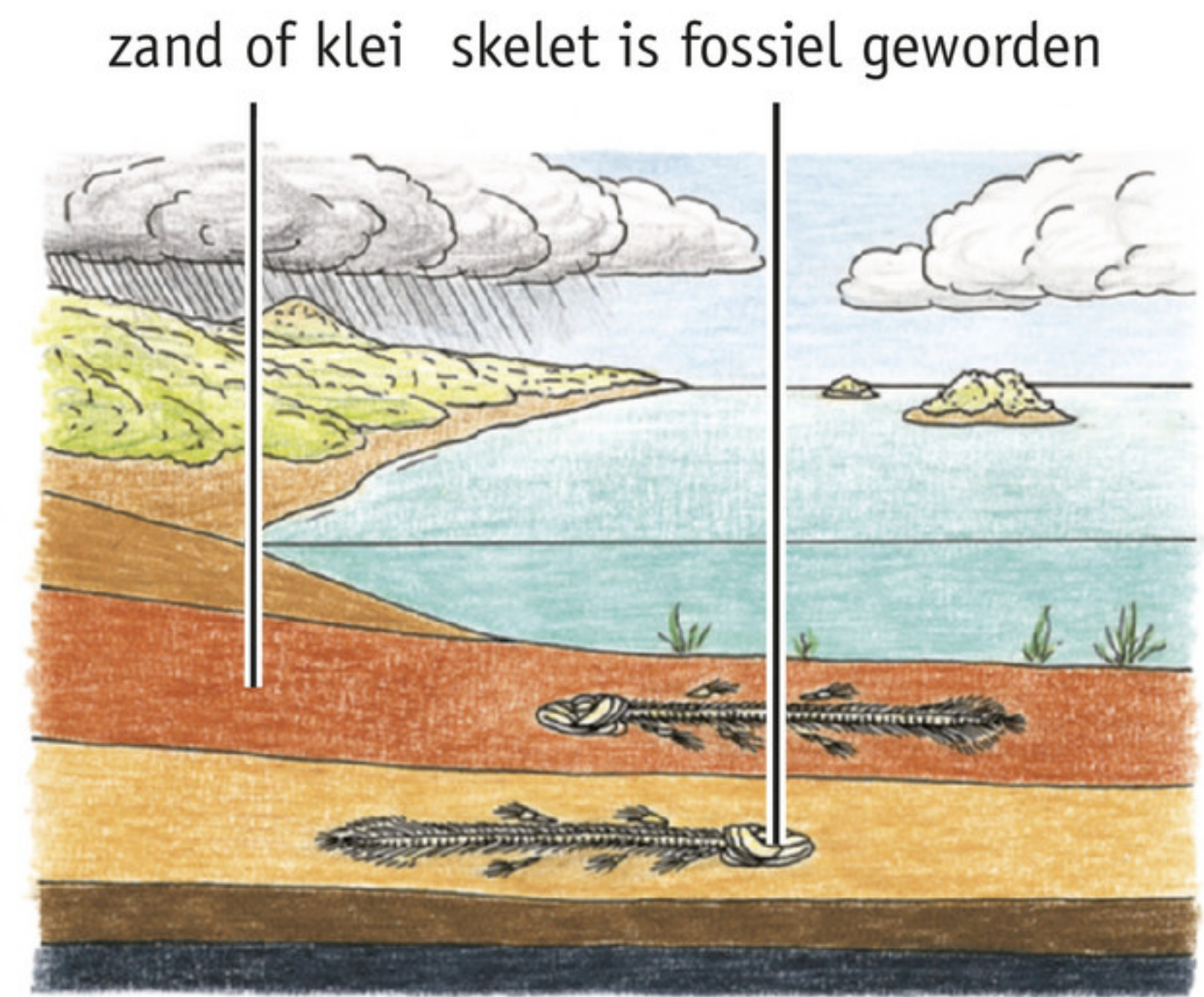
In afbeelding 46 is schematisch weergegeven hoe fossielen ontstaan. Fossielen kunnen alleen ontstaan als resten van organismen niet wegrotten en vergaan. De resten kunnen worden bedekt door een laag zand of klei. Als dit snel gebeurt, krijgen bacteriën en schimmels niet de tijd om de resten helemaal af te breken. Als de laag zand of klei ongestoord blijft liggen, komen er andere lagen overheen. Op de lange duur versteent de laag zand of klei door de druk van de bovenliggende lagen.

Er worden niet vaak fossielen van complete organismen gevonden. Meestal worden slechts delen van organismen gevonden. Zachte delen vergaan vaak te snel om te kunnen **fossiliseren**. Van schelpdieren worden dan ook veel meer fossielen gevonden dan van wormen. Uit de gefossiliseerde delen probeert men soms een voorstelling te maken van hoe het organisme eruit heeft gezien. We noemen dat een **reconstructie** (zie afbeelding 47).

► **Afb. 46** Zo ontstaan fossielen (schematisch).

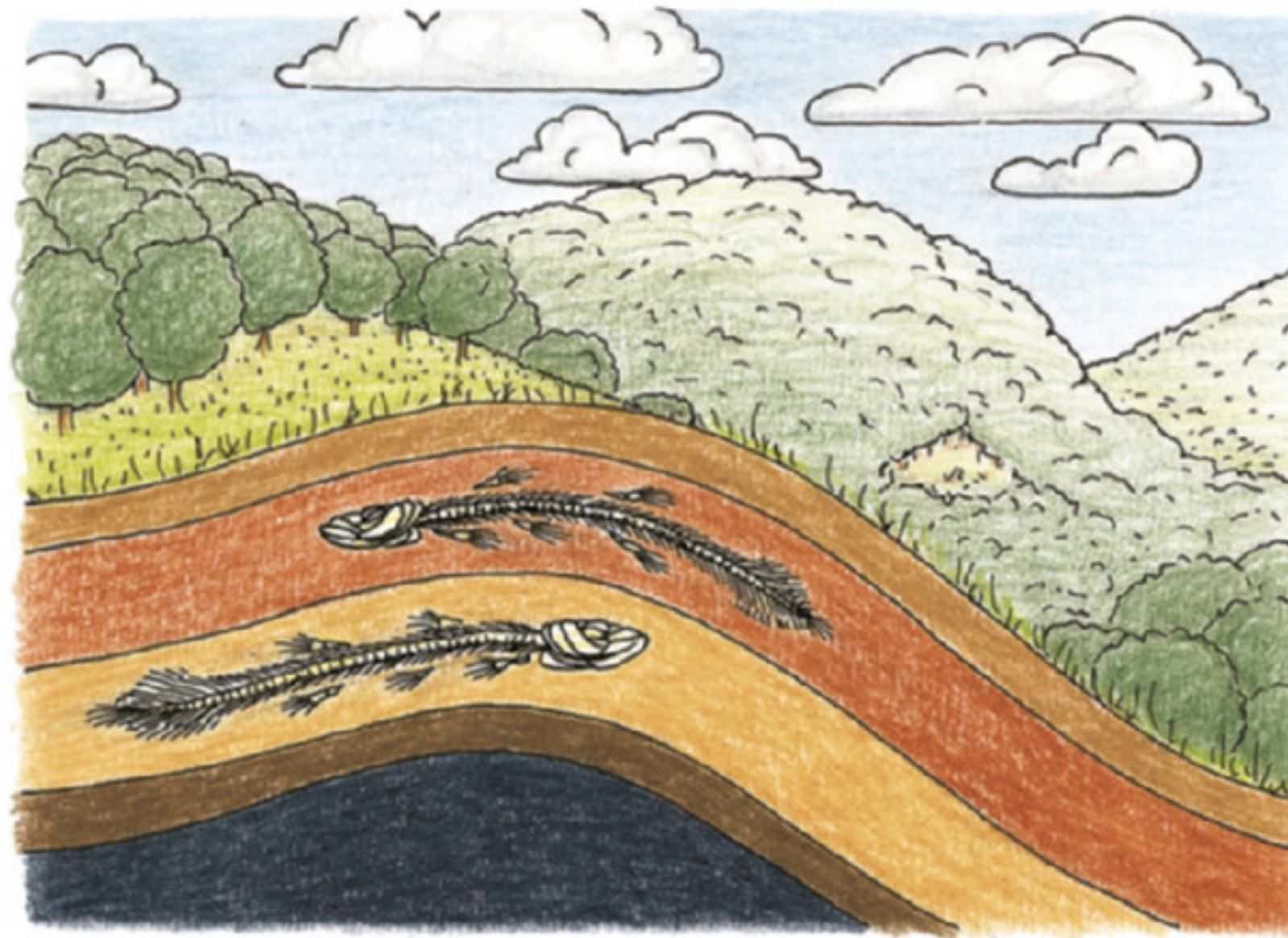


1



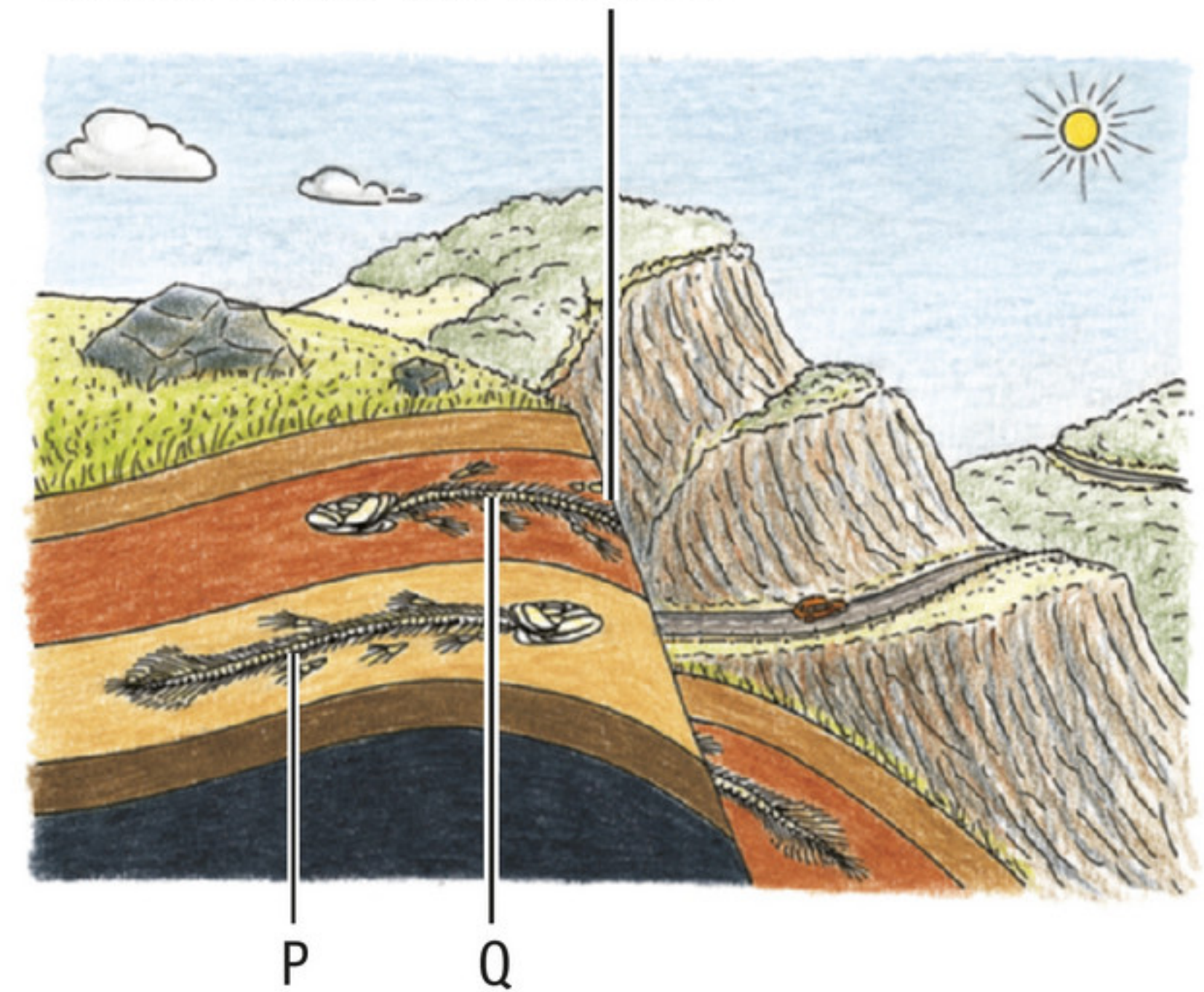
2

zeebodem is gestegen tot boven de waterspiegel



3

breuk in de aardkorst brengt fossiel skelet aan het licht



4

▼ **Afb. 47**



1 fossiel vliegend reptiel met veren (voorouder vogels)



2 reconstructie

Nieuwe gesteentelagen worden boven op oudere lagen afgezet. In het algemeen liggen de jongste gesteentelagen dan ook aan de oppervlakte. Oudere gesteentelagen liggen dieper in de aardkorst.

Van sommige soorten organismen komen fossielen voor in gesteentelagen van verschillende ouderdom. Maar er zijn ook soorten waarvan de fossielen slechts in één gesteentelaag voorkomen, terwijl ze niet voorkomen in oudere en in jongere gesteentelagen. Blijkbaar hebben deze soorten organismen alleen in een bepaalde periode geleefd en zijn daarna uitgestorven. Hieruit blijkt dat in de geschiedenis van de aarde soorten zijn ontstaan en weer zijn verdwenen. Dit is een belangrijk argument voor de evolutietheorie.

WB OPDRACHT 23 BLZ. 24

8 Ongeslachtelijke voortplanting bij planten

In deel 1 heb je geleerd hoe planten zich geslachtelijk voortplanten. We spreken van geslachtelijke voortplanting als bij de voortplanting bevruchting plaatsvindt. Bij planten vindt bevruchting plaats als de kern van een stuifmeelkorrel versmelt met de kern van een eicel.

In basisstof 3 heb je geleerd dat bij geslachtelijke voortplanting nieuwe genotypen ontstaan bij de nakomelingen. Hierdoor heeft de soort een grotere overlevingskans, vooral als de milieuomstandigheden veranderen.

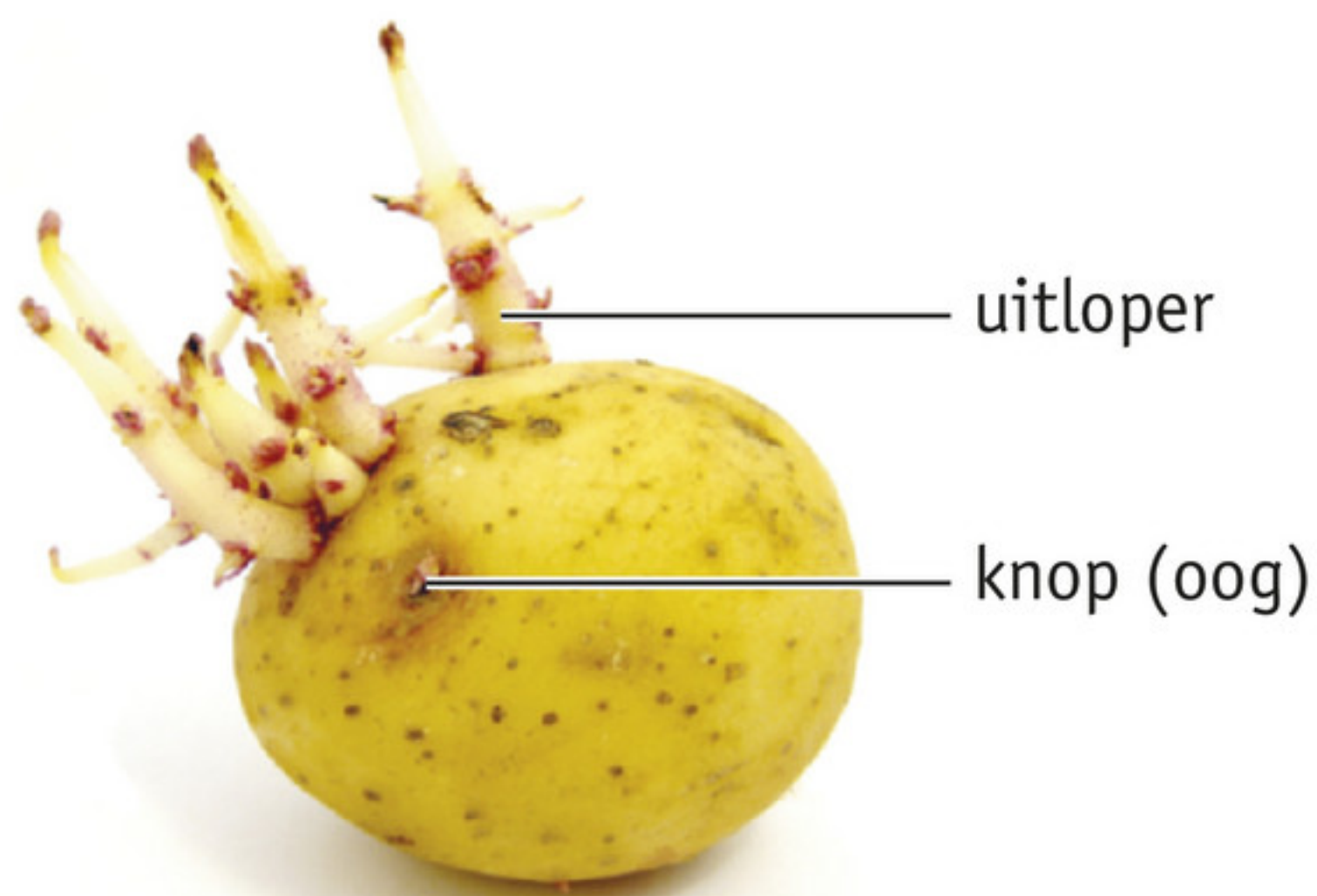
De meeste planten kunnen zich ook voortplanten zonder dat er bevruchting plaatsvindt. Eén manier heb je misschien zelf al eens toegepast bij het **stekken** van een kamerplant. In afbeelding 48 zie je hoe dat moet.

► **Afb. 48** Ongeslachtelijke voortplanting door stekken.



Bij stekken groeit uit een deel van een plant een nieuwe plant. Het nieuwe plantje heeft dan ook hetzelfde genotype als de plant waarvan je het stekje hebt gehaald. Dit is een voorbeeld van **ongeslachtelijke voortplanting**. Bij ongeslachtelijke voortplanting zijn geen geslachtscellen betrokken en vindt geen bevruchting plaats. Bij ongeslachtelijke voortplanting groeit uit een deel van een organisme een nieuw organisme. Het genotype van de nakomeling is dan gelijk aan dat van de ouder.

▼ Afb. 49

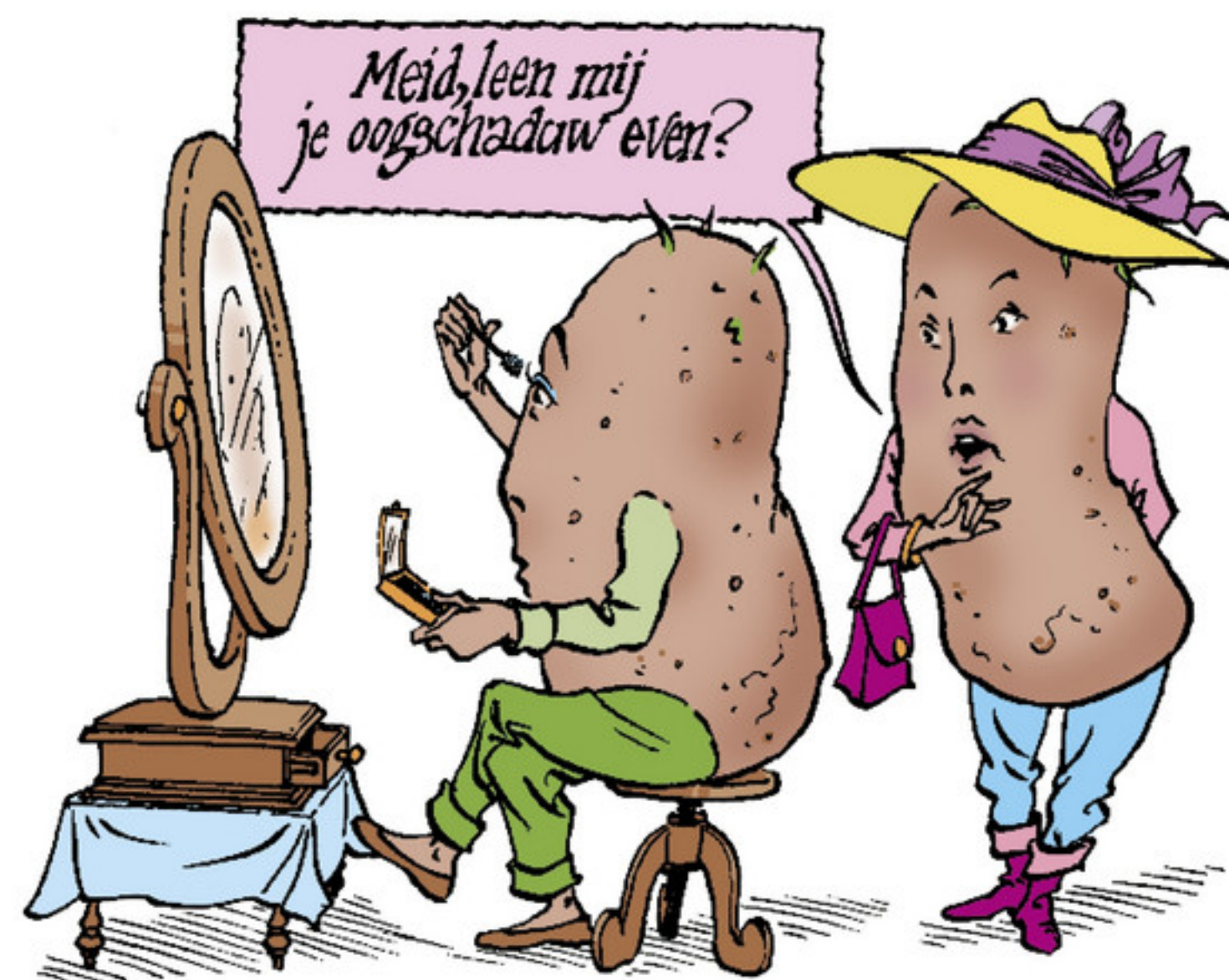


KNOLLEN

Bij aardappelplanten vindt ongeslachtelijke voortplanting plaats door middel van **knollen**. Een aardappelplant slaat reservevoedsel op in stengels onder de grond. Als zo'n stengel verdikt is, noemen we dit een knol. Een aardappel is een knol. Een knol heeft **knoppen** (zie afbeelding 49). Bij een aardappel noemen we die knoppen 'ogen'.

Als aardappels in het voorjaar in de grond worden gestopt, gaan de knoppen uitlopen.

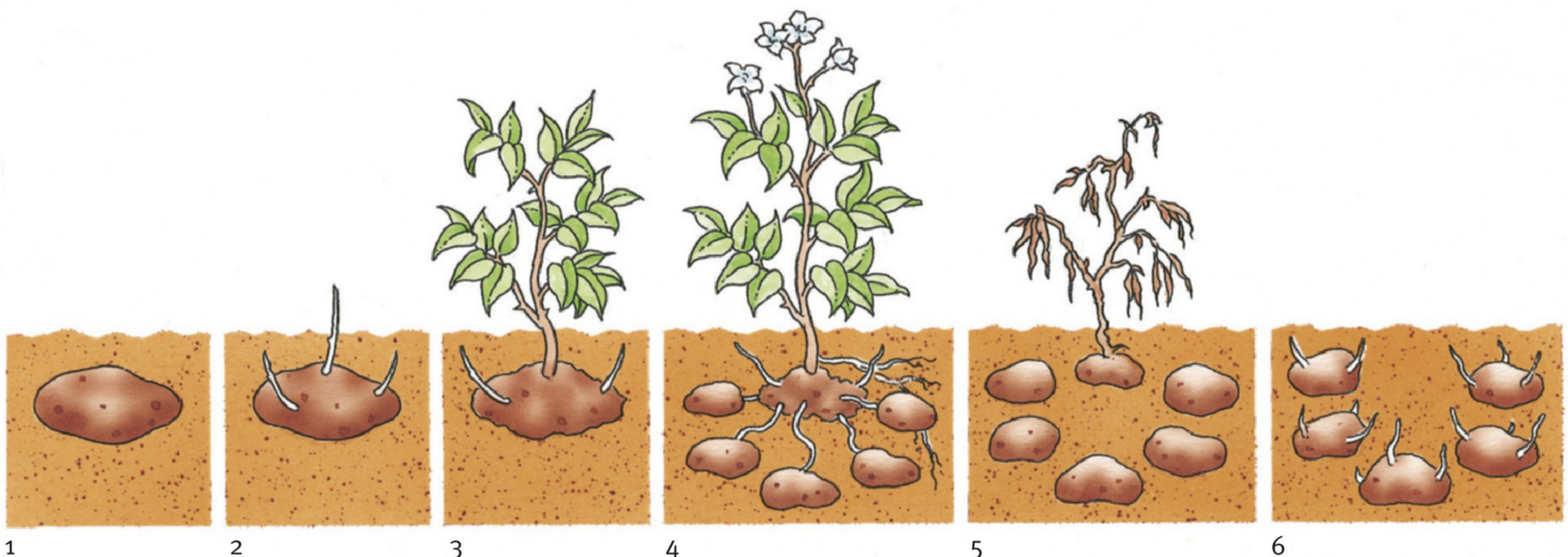
▼ Afb. 50 Bij een aardappel heten de knoppen 'ogen'.

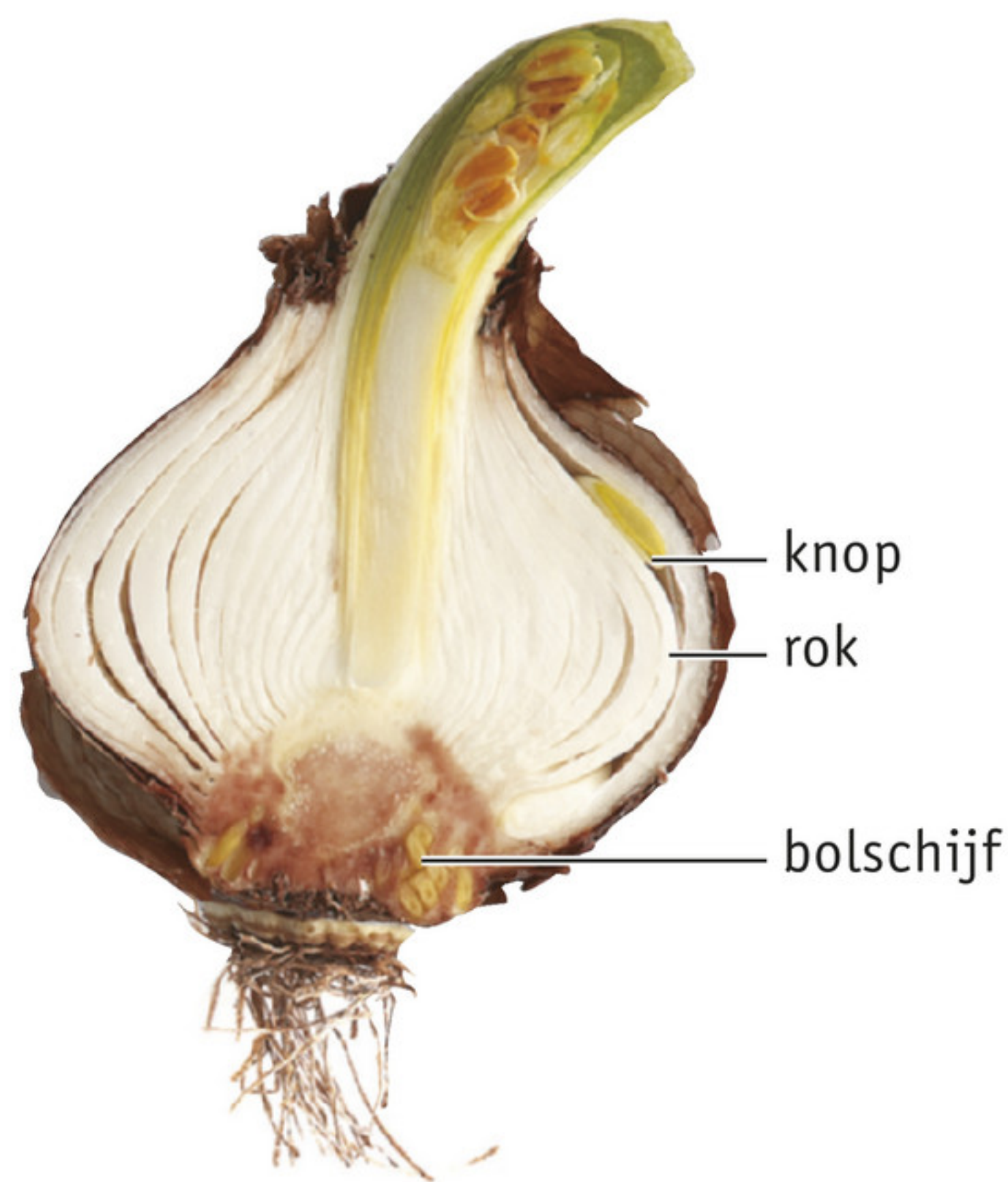


Uit een knop die gaat uitlopen, groeit een aardappelplant (zie afbeelding 51). Bij de groei verbruikt de aardappelplant het reservevoedsel uit de knol. De knol verschrompelt daardoor. De aardappelplant vormt nieuwe knollen. In de herfst sterft de aardappelplant af. De knollen blijven in leven en kunnen in de grond overwinteren. In het voorjaar kan elk van deze knollen weer uitgroeien tot een aardappelplant. Uit delen van een aardappel (de knollen) kunnen zo nieuwe aardappelplanten ontstaan.

In de akkerbouw worden de knollen in het najaar uit de grond gehaald. We noemen dat 'aardappelen rooien'. Deze aardappelen worden in de winkels verkocht om te worden gegeten. Speciale kweekbedrijven leveren de akkerbouwer zogenaamde pootaardappelen, die het volgende voorjaar in de grond worden gestopt.

▼ Afb. 51 Ongeslachtelijke voortplanting bij een aardappel.



▼ **Afb. 52** Doorgesneden narcissenbol.

De nakomelingen van een pootaardappel hebben allemaal hetzelfde genotype als de aardappel die in de grond is gestopt. Dat wil niet zeggen dat alle nakomelingen dan ook hetzelfde fenotype hebben. Je hebt geleerd dat het fenotype van een organisme tot stand komt door het genotype en door invloeden uit het milieu. De milieuomstandigheden waaronder de nakomelingen groeien, zijn vrijwel nooit precies gelijk.

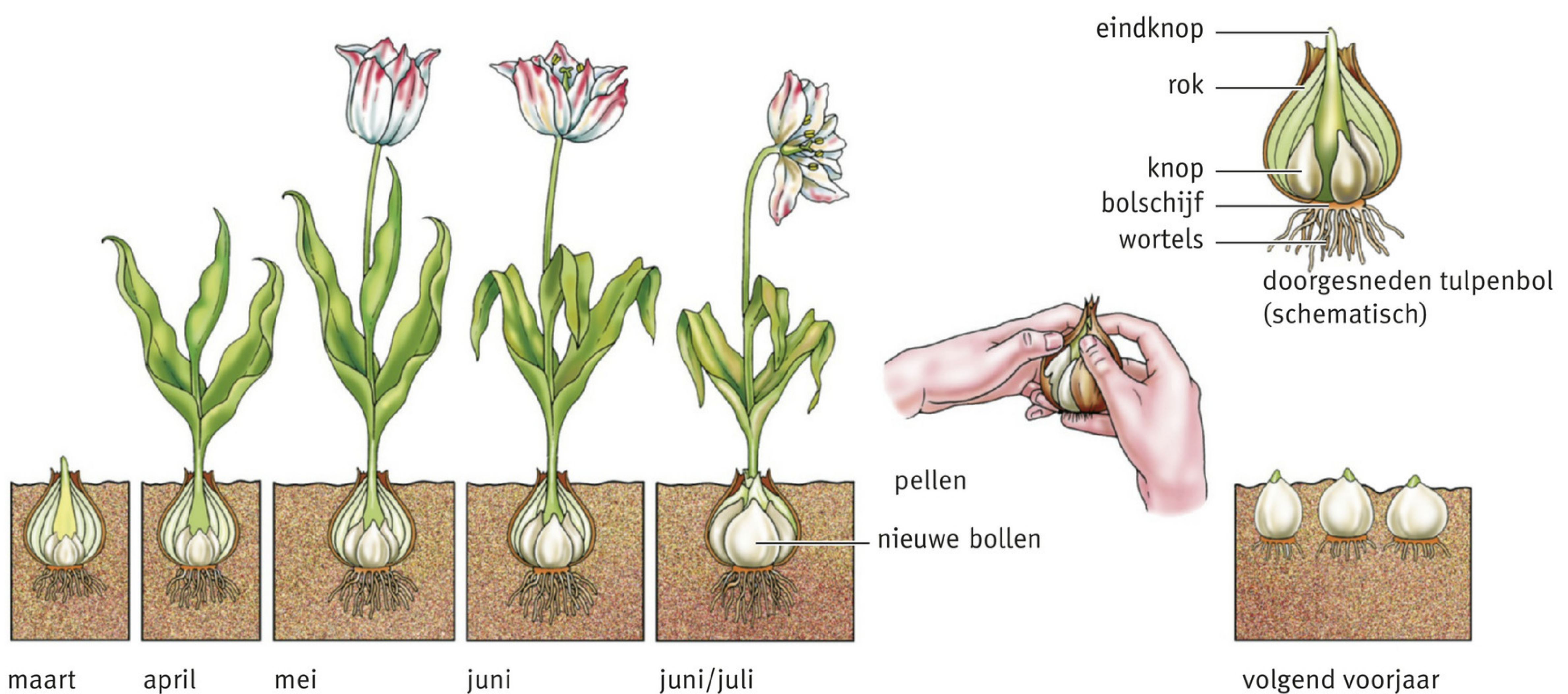
BOLLEN

Bij bolgewassen vindt ongeslachtelijke voortplanting plaats door **bollen**. Een bol bestaat uit een **bolschijf** met **rokken** (zie afbeelding 52). Rokken zijn verdikte bladeren met veel reservevoedsel. Tussen de rokken bevinden zich **knoppen**.

Tulpenbollen worden in het najaar in de grond gestopt. Als in het voorjaar een tulpenbol gaat uitlopen, ontstaat uit de **eindknop** een plant (zie afbeelding 53). Hierbij wordt een deel van het reservevoedsel uit de rokken verbruikt, waardoor de rokken verschrompelen. De andere knoppen ontwikkelen zich tot nieuwe bollen. Als de tulpenplant afsterft, wordt de oude bol uit de grond gehaald. Uit de oude bol worden de nieuwe bollen gehaald. We noemen dat 'pellen'.

De nieuwe bollen worden in het najaar weer geplant. Ze kunnen het volgend voorjaar elk weer uitlopen tot een plant. Uit delen van een tulpenplant (de bollen) kunnen zo nieuwe tulpenplanten ontstaan.

WB OPDRACHT 24 T/M 26 BLZ. 25

▼ **Afb. 53** Ongeslachtelijke voortplanting bij een tulp.

Samenvatting

DOELSTELLING 1

Je moet de kenmerken van chromosomen kunnen noemen.

- Chromosomen zijn dunne 'draden' in elke celkern.
 - In deze draden komt de stof DNA voor.
 - De stof DNA bevat de informatie voor erfelijke eigenschappen.
 - Elke celkern bevat de complete informatie voor alle erfelijke eigenschappen van een organisme.
- Elke soort organisme heeft een vast aantal chromosomen in elke celkern.
 - Bij een mens bevat de kern van elke lichaamscel 46 chromosomen.
- In lichaamscellen komen de chromosomen in paren voor.
 - De twee chromosomen van een paar zijn aan elkaar gelijk.
 - Bij een mens bevat de kern van elke lichaamscel 23 paren chromosomen.
- In geslachtscellen (eicellen en zaadcellen) komen de chromosomen enkelvoudig voor.
 - Bij een mens bevat de kern van elke geslachtscel 23 chromosomen.

DOELSTELLING 2

Je moet kunnen omschrijven wat een genotype, fenotype, gen en eiwit is.

- Genotype: de informatie voor de erfelijke eigenschappen van een organisme.
 - Deze informatie ligt in de chromosomen in de kern van elke lichaamscel.
 - Alle genen in een celkern samen vormen het genotype.
 - Het genotype van een organisme komt tot stand op het moment van bevruchting.
- Fenotype: het uiterlijk (de zichtbare eigenschappen) van een organisme.
 - Het fenotype komt tot stand door het genotype en door invloeden uit het milieu.
- Gen: een deel van een chromosoom dat de informatie bevat voor één erfelijke eigenschap.
 - Een gen bevat de informatie voor het maken van een bepaald eiwit.
 - Door eiwitten wordt het fenotype zichtbaar. Door oogkleur-eiwitten bijvoorbeeld wordt de oogkleur zichtbaar in het fenotype.

- Genen kunnen aan en uit staan.
- Als een gen aan staat, wordt een bepaald eiwit gemaakt.
- Een chromosoom bevat veel genen.
 - In lichaamscellen komen genen in paren voor.
 - In geslachtscellen komen genen enkelvoudig voor.

DOELSTELLING 3

Je moet kunnen omschrijven dat variatie in genotypen ontstaat door geslachtelijke voortplanting en door mutaties.

- In lichaamscellen bevatten de twee genen van een genenpaar informatie voor dezelfde erfelijke eigenschap.
 - Deze informatie kan gelijk of ongelijk zijn.
 - Bijvoorbeeld: het genenpaar voor de haarvorm kan informatie bevatten voor steil haar en/of voor krullend haar.
- Bij de vorming van geslachtscellen komt van elk genenpaar één gen in een geslachtscel terecht.
 - Hierdoor komen bij geslachtscellen veel verschillende genotypen voor.
- Bij geslachtelijke voortplanting versmelten twee geslachtscellen.
 - Welke geslachtscellen bij bevruchting versmelten, is afhankelijk van het toeval.
 - Bij geslachtelijke voortplanting ontstaan nieuwe genotypen bij de nakomelingen (variatie in genotypen)
- Mutatie: een plotselinge verandering van het genotype.
 - Mutant: een organisme waarbij een mutatie in het fenotype zichtbaar is.
 - Door mutaties ontstaat variatie in genotypen.
- Kanker: door mutaties in een cel gaat deze zich ongeremd delen.
 - Er ontstaat een gezwel.
 - Cellen uit het gezwel kunnen via het bloed op andere plaatsen in het lichaam terechtkomen.
- Mutaties komen vaker voor als je blootstaat aan mutagene invloeden:
 - straling (door te veel zonnestraling heb je meer kans op huidkanker);
 - bepaalde chemische stoffen (door stoffen in sigarettenrook heb je meer kans op longkanker).

DOELSTELLING 4

Je moet kunnen beschrijven wat de evolutietheorie inhoudt.

- Evolutie is de ontwikkeling van het leven op aarde, waarbij soorten ontstaan, veranderen en/of verdwijnen.
 - De evolutietheorie gaat uit van veranderingen in genotypen, natuurlijke selectie en het ontstaan van nieuwe soorten.
- In de natuur treffen we voortdurend andere genotypen (en fenotypen) aan.
 - Nieuwe genotypen ontstaan door geslachtelijke voortplanting.
- Natuurlijke selectie.
 - Individuen met een betere aanpassing aan het milieu hebben een grotere overlevingskans.
 - Van organismen met een gunstig genotype zullen veel nakomelingen in leven blijven en zich voortplanten.
 - Soorten veranderen als door natuurlijke selectie organismen met een nieuwe, afwijkende vorm blijven voortbestaan en organismen met de oorspronkelijke vorm uitsterven.
- Het ontstaan van nieuwe soorten.
 - Een groep organismen van één soort raakt geïsoleerd (gescheiden) van de rest van de soort.
 - Beide groepen ontwikkelen zich langdurig gescheiden in verschillende milieus.
 - Na verloop van miljoenen jaren zijn er zo veel verschillen ontstaan, dat organismen van de twee groepen zich niet meer onderling kunnen voortplanten. Er zijn twee soorten ontstaan.

DOELSTELLING 5

Je moet een geologische tijdschaal kunnen aflezen.

- In een geologische tijdschaal is de tijd sinds het ontstaan van de aarde weergegeven.
 - Een geologische tijdschaal is verdeeld in tijdperken.
 - Elk tijdperk is onderverdeeld in perioden.
- In een geologische tijdschaal geven getallen de tijd aan in miljoenen jaren geleden.

DOELSTELLING 6

Je moet een stamboom van organismen kunnen aflezen.

- Soorten vertonen verwantschap als ze een gemeenschappelijke voorouder bezitten.
 - Hoe langer geleden de gemeenschappelijke voorouder van twee soorten leefde, hoe minder de soorten verwant zijn.

- Uit een stamboom van organismen is af te lezen:
 - waaruit groepen organismen zich hebben ontwikkeld;
 - welke groepen veel en welke weinig verwantschap vertonen.

DOELSTELLING 7

Je moet voorbeelden van toepassingen van biotechnologie kunnen noemen.

- Biotechnologie: een verzamelnaam voor technieken waarbij organismen worden gebruikt om producten te vervaardigen voor de mens.
 - Biotechnologie wordt toegepast bij de productie van voedingsmiddelen, geneesmiddelen, hormonen en enzymen.
- Voorbeelden van biotechnologie waarbij de erfelijke eigenschappen van organismen niet worden veranderd:
 - gisten worden gebruikt bij de productie van brood, bier en wijn;
 - bacteriën worden gebruikt bij de productie van yoghurt en zuurkool.
- Genetische modificatie: de mens verandert de erfelijke eigenschappen van andere soorten organismen.
- Recombinant-DNA-technieken: in het DNA van een organisme wordt nieuwe erfelijke informatie aangebracht (bijvoorbeeld DNA afkomstig van een ander soort organisme).
 - De veranderde organismen kunnen voor de mens nieuwe of goedkopere voedingsmiddelen, geneesmiddelen, hormonen of enzymen produceren.
 - Voorbeeld: bacteriën kunnen het hormoon insuline produceren, nadat het gen van de mens voor de productie van insuline is ingebracht in de bacteriën.
- DNA-testen worden bijvoorbeeld gebruikt om verwantschap van familieleden aan te tonen of om misdadigers of erfelijke ziekten op te sporen.

EXTRA DOELSTELLING 8

Je moet kunnen omschrijven wat fossielen hebben bijgedragen aan de evolutietheorie.

- Fossielen: versteende overblijfselen van organismen, of afdrukken van organismen in gesteenten.
 - Fossielen ontstaan als resten van organismen van de lucht worden afgesloten door een laag zand of klei. Hierdoor vergaan de resten niet.

- Harde delen van organismen fossiliseren beter dan zachte delen.
- Uit fossielen van delen van organismen wordt soms een reconstructie gemaakt van het hele organisme.
- Uit gevonden fossielen blijkt dat in de loop van de evolutie soorten zijn ontstaan, veranderd en/of verdwenen.

EXTRA DOELSTELLING 9

Je moet kunnen beschrijven hoe ongeslachtelijke voortplanting bij planten plaatsvindt en hiervan voorbeelden kunnen geven.

- Ongeslachtelijke voortplanting: een deel van een plant groeit uit tot een nieuwe plant.
- Stekken: een stuk van een stengel of blad wordt afgesneden.
 - Uit een stek groeit een nieuwe plant.
 - Bijv. kamerplanten.
- Knol: een verdikte stengel met reservevoedsel en knoppen.
 - Als een knol uitloopt, ontstaat uit een van de knoppen een plant.
 - Aan deze plant ontstaan nieuwe knollen die elk weer kunnen uitlopen tot een plant.
 - Bijv. aardappelplant.
- Bol: bolschijf met rokken (verdikte bladeren met reservevoedsel) en knoppen.
 - Als een bol uitloopt, ontstaat uit de eindknop een plant.
 - De andere knoppen ontwikkelen zich tot nieuwe bollen, die elk weer kunnen uitlopen tot een plant.
 - Bijv. tulp.

COMPETENTIES/VAARDIGHEDEN

BASISSTOF

- Je hebt geleerd chromosomen en genen in een cel schematisch weer te geven.
- Je hebt geoefend in het halen van informatie uit krantenartikelen.

EXTRA BASISSTOF

- Je hebt geoefend in het halen van informatie uit artikelen.

Over deze competenties/vaardigheden zijn geen vragen opgenomen in de diagnostische toets.

Je hebt in dit thema kennisgemaakt met een verpleegkundige en een biotechnologisch analist.

Diagnostische toets

Met behulp van deze toets kun je zelf controleren of je 'kent en kunt' wat in de samenvatting staat. Noteer de antwoorden op het scoreblad in je werkboek.

DOELSTELLING 1

Beantwoord de volgende vragen.

- 1 Welke stof in een celkern bevat de informatie voor erfelijke eigenschappen?
- 2 Komen in een levercel van een vrouw de chromosomen enkelvoudig voor of in paren?
- 3 Hoeveel chromosomen bevat de kern van een huidcel van een man?
- 4 Hoeveel chromosomen bevat de kern van een zaadcel van een man?

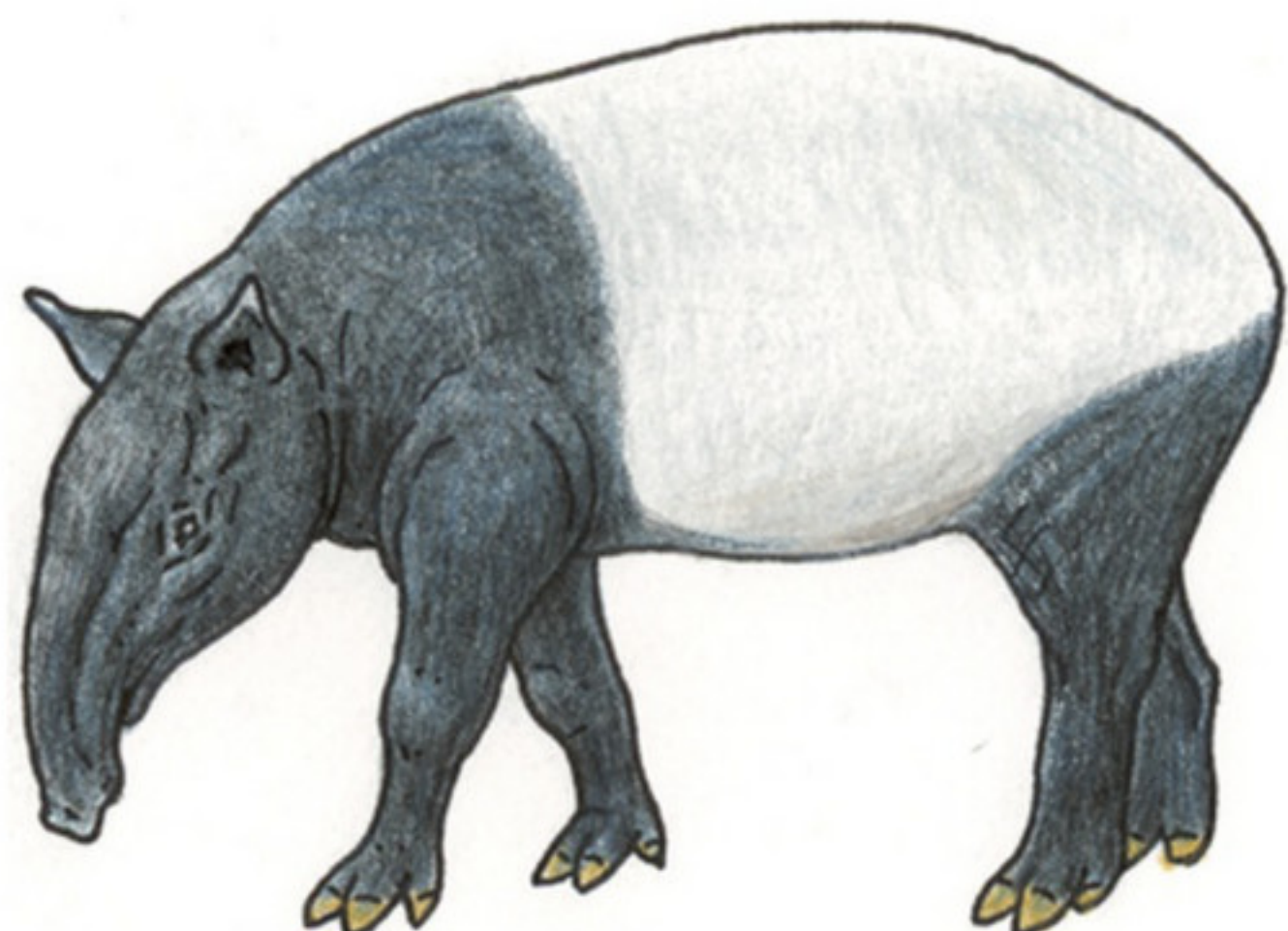
Bij de mens is de oogkleur een erfelijke eigenschap. Over deze eigenschap gaan vraag 5 en 6.

- 5 Bevatten de chromosomen in de cellen van je ogen de informatie voor je oogkleur?
- 6 En bevatten de chromosomen in de cellen van je maag de informatie voor je oogkleur?

In afbeelding 54 zie je een Maleisische tapir. De vorming van geslachtscellen verloopt op dezelfde wijze als bij de mens. Alleen heeft de tapir 52 chromosomen in een lichaamscel.

- 7 Hoeveel chromosomen komen voor in de kern van een spiercel van dit dier?
- 8 Hoeveel chromosomen bevat een zaadcel van dit dier?

▼ Afb. 54



DOELSTELLING 2

Kruis aan of de volgende beweringen juist zijn of onjuist.

- 1 Een gen in een chromosoom maakt deel uit van het genotype van een organisme.
- 2 Het genotype van een mens komt tot stand bij de geboorte.

- 3 Een zichtbare eigenschap maakt deel uit van het fenotype van een organisme.
- 4 Het fenotype van een organisme ligt vast op het moment van bevruchting.
- 5 Het fenotype kan veranderen door invloeden uit het milieu.
- 6 Ieder chromosoom bevat maar één gen.
- 7 In een levercel komen de genen in paren voor.
- 8 Een eikel van een mens bevat 23 genen.

Bewering 9 en 10 gaan over afbeelding 55. In afbeelding 55.1 zie je een tekening van het kuiken van een slechtvalk. Afbeelding 55.2 is een tekening van hetzelfde dier, enkele jaren later. Het kuiken is een volwassen dier geworden.

- 9 Kuiken en volwassen dier hebben hetzelfde fenotype.
- 10 Kuiken en volwassen dier hebben hetzelfde genotype.

▼ Afb. 55 Hetzelfde dier op twee momenten.



1 kuiken van een slechtvalk

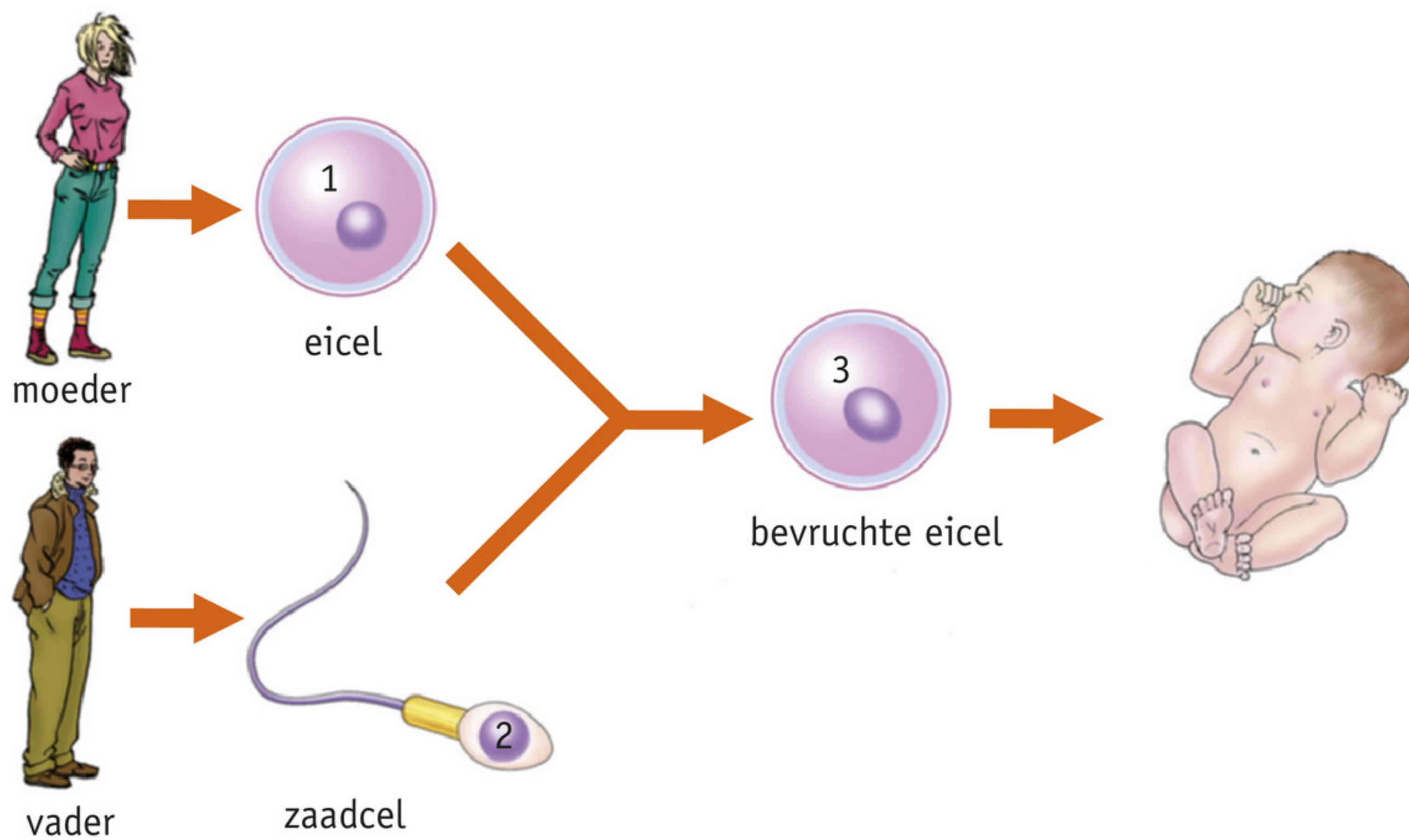
2 volwassen slechtvalk

DOELSTELLING 3

Beantwoord de volgende vragen met ja of nee.

- 1 Is de informatie in de twee genen van een genenpaar altijd gelijk?
- 2 Bij een bepaald type voortplanting versmelten geslachtscellen met elkaar. Ontstaat bij dit type voortplanting bij de nakomelingen variatie in genotypen?
- 3 Hebben alle zaadcellen van één man hetzelfde genotype?

▼ Afb. 56



▼ Afb. 57 Rode oeakari.



In afbeelding 56 is een bevruchting schematisch weergegeven. Over deze afbeelding gaan de vragen 4 en 5.

- 4 Is het genotype van cel 1 hetzelfde als het genotype van de moeder?
- 5 Heeft cel 3 hetzelfde genotype als cel 1?
- 6 Is een mutatie een verandering in het fenotype, veroorzaakt door milieufactoren?
- 7 Is een mutant een organisme waarbij een gemuteerd gen zichtbaar is in het fenotype?
- 8 Komen mutaties vaker voor door bepaalde stoffen in sigarettenrook?
- 9 Neemt de kans op huidkanker door langdurig zonnebaden toe?

DOELSTELLING 4

Beantwoord de volgende tweekeuzevragen.

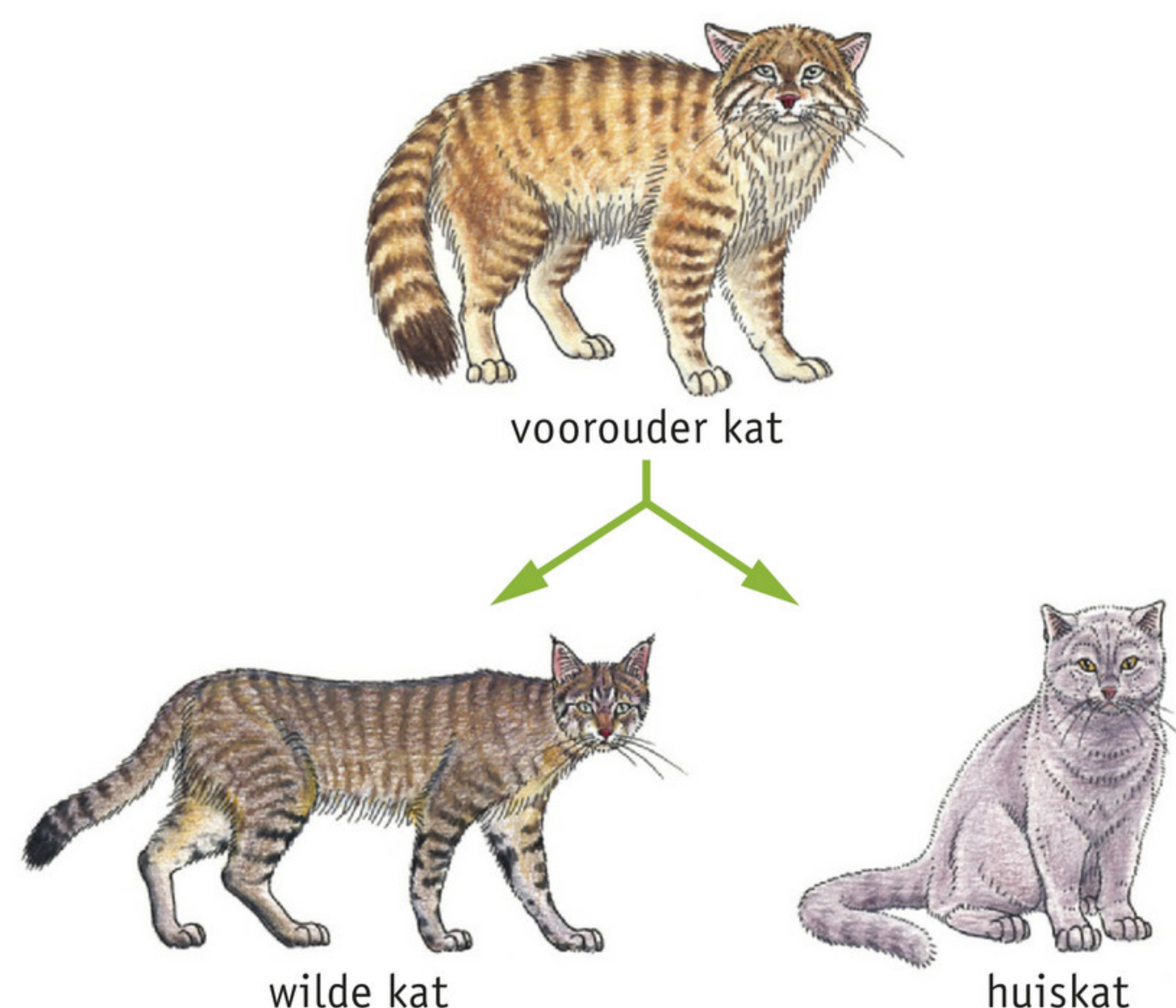
- 1 Is de ontwikkeling van bacteriën naar eencellige planten een voorbeeld van evolutie?
 - A Ja.
 - B Nee.
- 2 Als bij een soort veel verschillende genotypen voorkomen, heeft deze soort dan een grote of een kleine overlevingskans?
 - A Een grote overlevingskans.
 - B Een kleine overlevingskans.
- 3 Rode oeakari's hebben een rood gezicht (zie afbeelding 57). Hoe feller rood het gezicht, hoe fitter het dier is. Zieke dieren hebben een bleek gezicht. De apen met het felst rode gezicht zijn het best in staat te overleven en krijgen de meeste nakomelingen.

Is het verschijnsel dat rode oeakari's met een fel rood gezicht meer nakomelingen krijgen dan die met een bleek gezicht een voorbeeld van natuurlijke selectie?

- A Ja.
- B Nee.

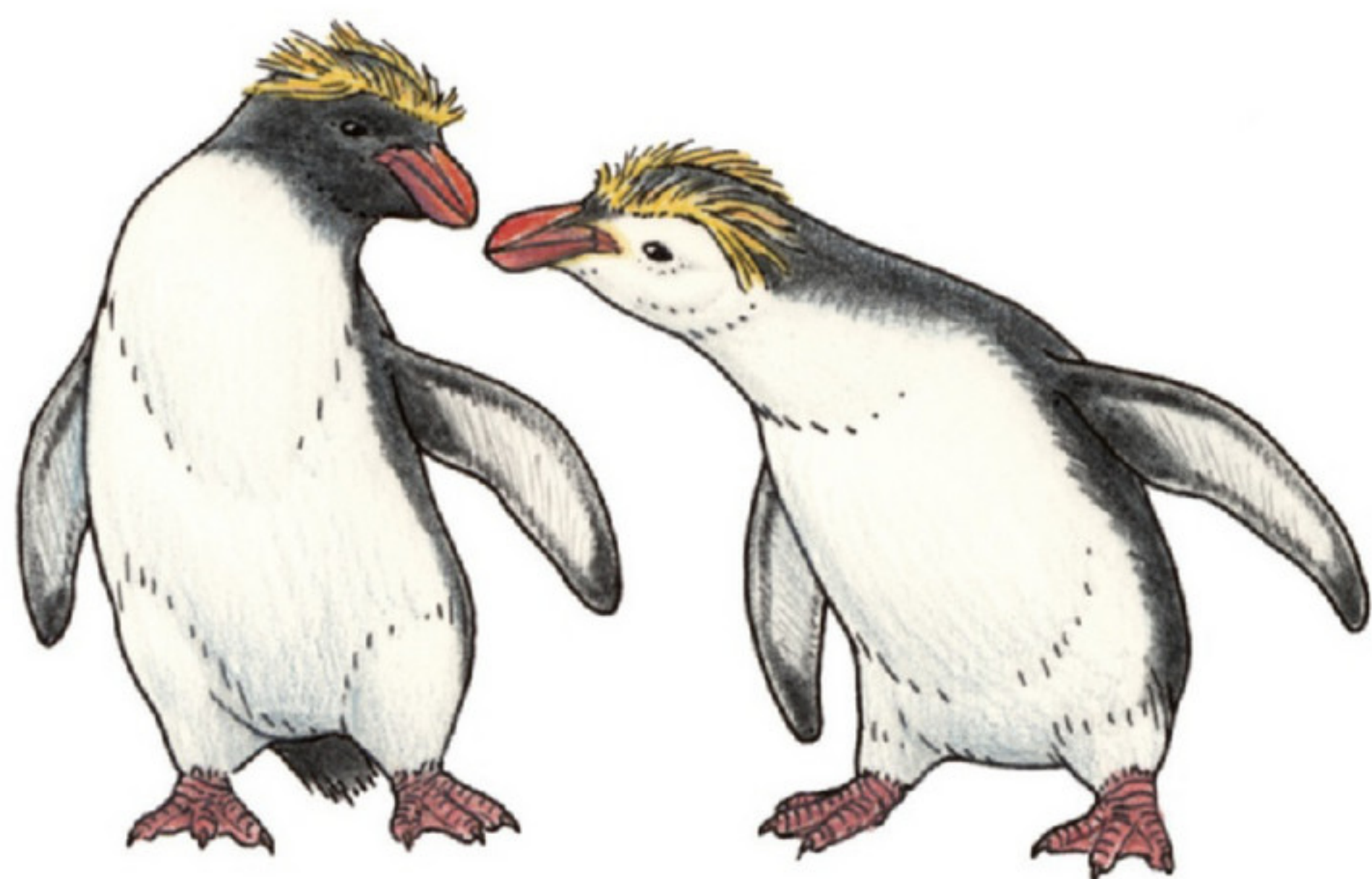
- 4 In afbeelding 58 is de evolutie van de wilde kat en de huiskat weergegeven. Hoe hebben de wilde kat en de huiskat zich uit een gemeenschappelijke voorouder kunnen ontwikkelen tot aparte soorten?
 - A Doordat de wilde kat en de huiskat zich steeds samen bleven voortplanten.
 - B Doordat de wilde kat en de huiskat zich langdurig gescheiden ontwikkelden.

▼ Afb. 58



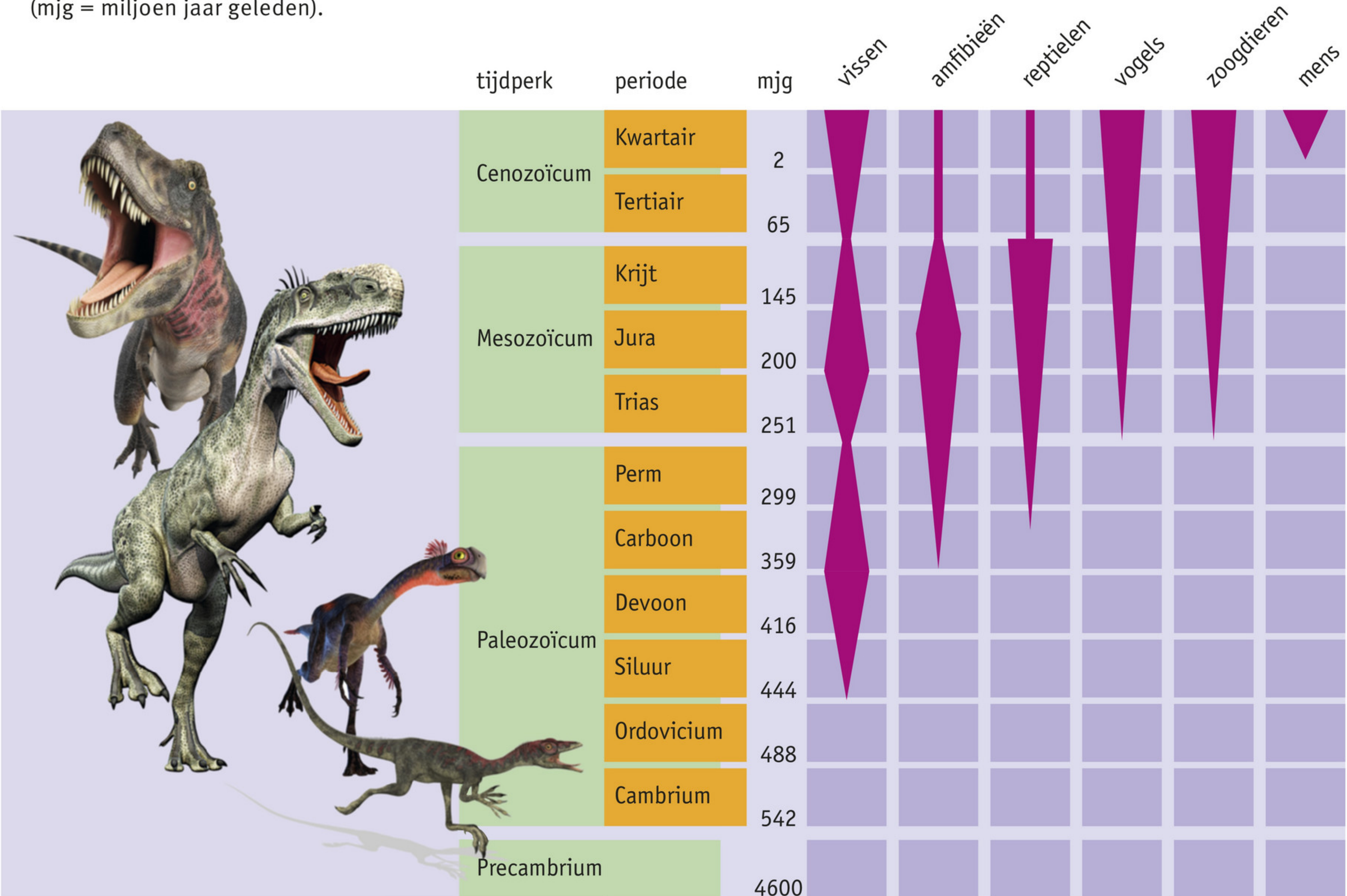
- 5 In het zuidpoolgebied leven twee typen kuifpinguïns die veel op elkaar lijken (zie afbeelding 59). Biologen denken dat type B is ontstaan uit type A. Vanaf welk moment is er sprake van twee verschillende soorten?
- A Vanaf het moment dat type B helemaal niet meer lijkt op type A.
 - B Vanaf het moment dat type A en type B zich niet meer onderling kunnen voortplanten.

▼ Afb. 59 Kuifpinguïns.



1 type A (macaroni-pinguïn) 2 type B (Schlegels pinguïn)

▼ Afb. 60 Geologische tijdschaal (mjl = miljoen jaar geleden).



DOELSTELLING 5

- In afbeelding 60 is een geologische tijdschaal weergegeven. Een brede lijn geeft aan dat een groep een grote bloei heeft doorgemaakt. Beantwoord de volgende vragen met behulp van deze afbeelding.
- 1 In welke perioden wordt het Cenozoïcum verdeeld?
 - 2 Hoeveel miljoen jaar geleden begon het Paleozoïcum?
 - 3 Hoeveel miljoen jaar duurde het Mesozoïcum?
 - 4 Hoeveel miljoen jaar geleden ontstonden de eerste amfibieën?
 - 5 In welke periode ontstonden de eerste vissen?
 - 6 Wat heeft langer geduurd, de tijd vóór het ontstaan van de eerste vissen of de tijd vanaf het ontstaan van de eerste vissen tot nu?
 - 7 In welke drie perioden beleefden de dieren van afbeelding 60 hun grootste bloei?
 - 8 Kunnen er fossielen van vogels worden aangetroffen in een gesteentelaag uit het Perm?
 - 9 Kunnen er fossielen van zoogdieren worden aangetroffen in een gesteentelaag uit het Krijt?

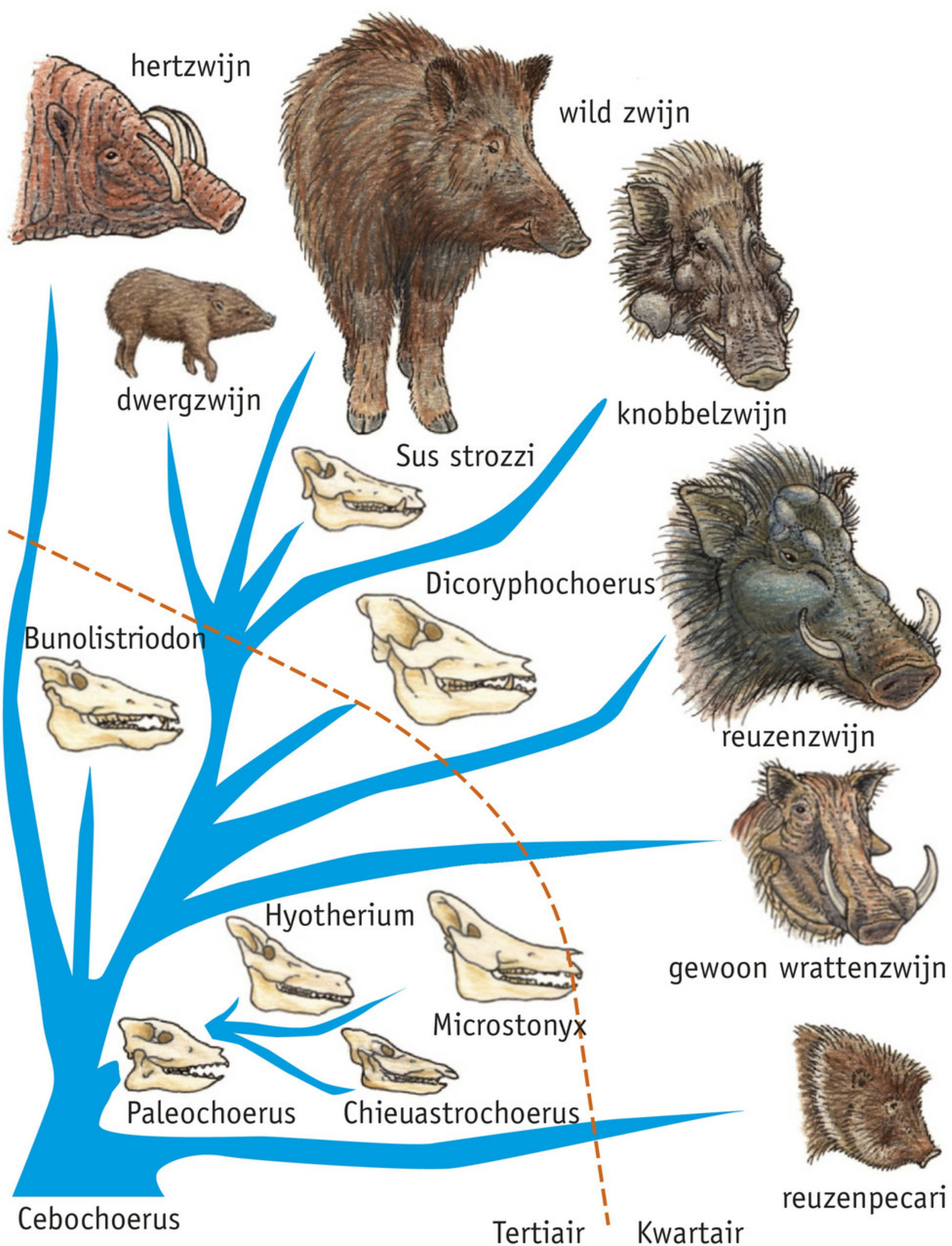
DOELSTELLING 6

In afbeelding 61 is een stamboom van de ontwikkeling van varkensachtigen getekend.

Kruis aan of de volgende beweringen juist zijn of onjuist.

- 1 Cebochoerus is de voorouder van alle varkensachtigen.
- 2 Hyotherium is eerder ontstaan dan de reuzenpecari.
- 3 Het wild zwijn vertoont meer verwantschap met het hertzwijn dan met het gewoon wrattenzwijn.
- 4 Dicoryphochoerus is eerder uitgestorven dan Bunolistriodon.

▼ Afb. 61 De ontwikkeling van varkensachtigen.



DOELSTELLING 7

Beantwoord de volgende vragen.

- 1 Wordt bij de productie van brood biotechnologie toegepast?
- 2 Van welke vorm van biotechnologie is in afbeelding 62 sprake?

De volgende vragen gaan over afbeelding 63.

- 3 Van welke vorm van biotechnologie zie je in afbeelding 63 een voorbeeld?
- 4 Is het DNA van paarden gelijk of ongelijk aan het DNA van runderen?
- 5 Hoe kan een onderzoeker aan de uitslag van het DNA-onderzoek zien dat er in rundergehakt ook paardenvlees zit?

▼ Afb. 62

Gouden rijst

Gebrek aan vitamine A is een belangrijke oorzaak van blindheid in ontwikkelingslanden. Hiervoor is nu mogelijk een oplossing. Een speciaal gekweekte rijstsoort maakt de stof bètacaroteen, die het lichaam kan omzetten in vitamine A. De rijst maakt het bètacaroteen dankzij genen uit mais die in de rijst zijn ingebouwd. Of gouden rijst een wondermiddel zal worden is maar zeer de vraag. Vitamine A wordt vooral samen met vet in het bloed opgenomen en vet ontbreekt nu juist op het menu van arme mensen in ontwikkelingslanden.



▼ Afb. 63

Rundvleesschandaal

Een Nederlandse vleeshandel heeft stiekem paardenvlees verkocht als rundvlees. Het paardenvlees is gemengd met rundvlees in gehakt zodat je het niet kunt zien. Het ziet eruit als rundergehakt. 'Het is toch niet eerlijk', zegt slager Jasperse. 'Paardenvlees is goedkoper dan rundvlees. Als je dan het goedkopere paardenvlees verkoopt als duur rundvlees, voel je je bedonderd. De klanten zijn het er ook niet mee eens.' Sommige klanten willen niet eens paardenvlees eten. Gelukkig is men erachter gekomen door het DNA van de spiercellen in het vlees in kaart te brengen.

EXTRA DOELSTELLING 8

Beantwoord de volgende meerkeuzevragen.

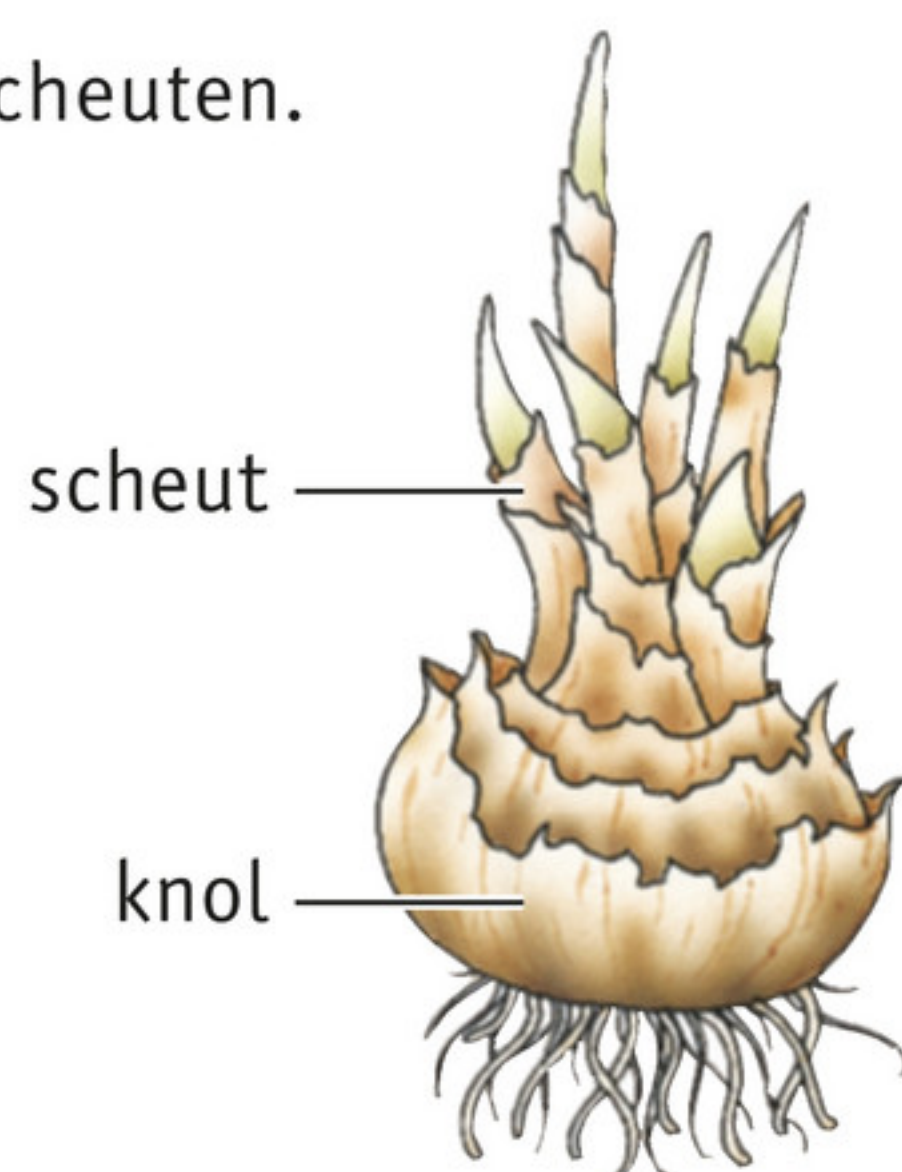
- In een museum bevinden zich een versteende pootafdruk en een versteend skelet van een dinosaurus.
Welke van deze voorwerpen kun je een fossiel noemen?
 A Geen van beide voorwerpen.
 B Alleen de versteende pootafdruk.
 C Alleen het versteende skelet.
 D Beide voorwerpen.
- Welke van de volgende organismen zal na zijn dood het best fossiliseren?
 A Een worm die aan de lucht blootgesteld blijft.
 B Een worm die van de lucht wordt afgesloten door een laag zand of klei.
 C Een kever die aan de lucht blootgesteld blijft.
 D Een kever die van de lucht wordt afgesloten door een laag zand of klei.
- Anouk zegt dat alle fossielen afkomstig zijn van soorten die nu uitgestorven zijn.
Laura zegt dat fossielen aantonen dat er in de loop van de evolutie nieuwe soorten zijn ontstaan.
Wie heeft (hebben) gelijk?
 A Anouk en Laura hebben geen van beiden gelijk.
 B Alleen Anouk heeft gelijk.
 C Alleen Laura heeft gelijk.
 D Anouk en Laura hebben allebei gelijk.

EXTRA DOELSTELLING 9

Beantwoord de volgende tweekeuzevragen.

- In afbeelding 64 is een krokusknol met enkele scheuten getekend. Deze scheuten kunnen van de knol worden gehaald en verder groeien als afzonderlijke planten.
Zijn de nieuwe krokussen ontstaan door geslachtelijke voortplanting of door ongeslachtelijke voortplanting?
 A Door geslachtelijke voortplanting.
 B Door ongeslachtelijke voortplanting.

► **Afb. 64** Krokusknol met scheuten.



- In afbeelding 65 zie je radijs. Radijs heeft een verdikte stengel waarin reservevoedsel is opgeslagen.
Heeft radijs bollen of knollen?
 A Bollen.
 B Knollen.
- In afbeelding 66 zie je knoflookteentjes. Knoflookteentjes bevatten verdikte bladeren waarin reservevoedsel is opgeslagen.
Zijn knoflookteentjes bollen of knollen?
 A Bollen.
 B Knollen.

▼ **Afb. 65** Radijs.



▼ **Afb. 66** Knoflookteentjes.

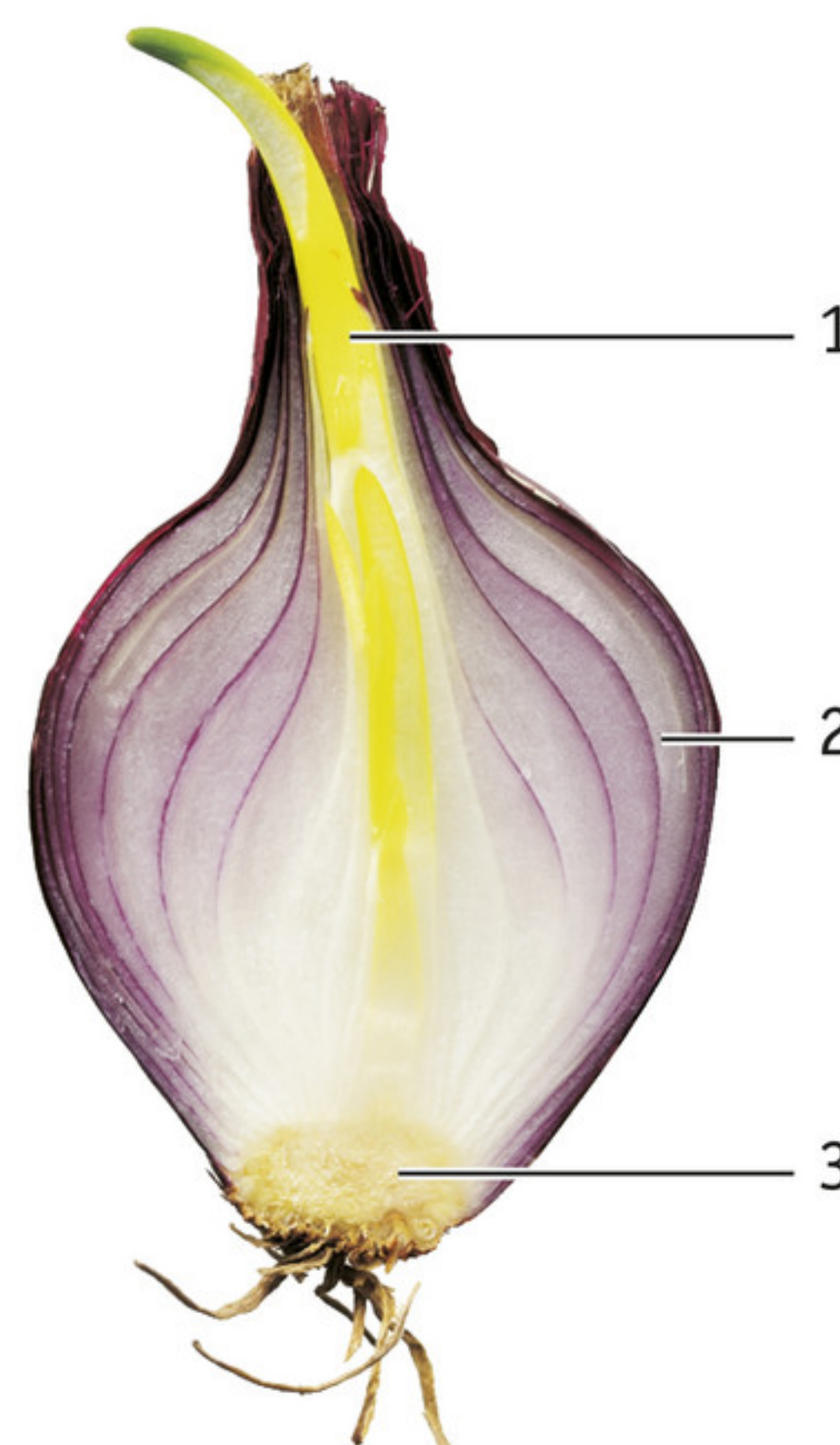


Afbeelding 67 is een foto van een doorgesneden uienbol. Deze afbeelding hoort bij de vragen 4 en 5.

- Als deze bol uitloopt, wordt reservevoedsel verbruikt.
In welk van de genummerde delen is dit reservevoedsel opgeslagen?
 A In deel 1.
 B In deel 2.

- Hoe heet deel 3?
 A Bolschijf.
 B Rok.

▼ **Afb. 67**



De verrijkingstof kun je doen als je tijd over hebt. Je kunt kiezen uit verschillende onderdelen. In dit thema bestaat de verrijkingstof uit drie onderdelen. De opdrachten hierbij maak je in je werkboek.

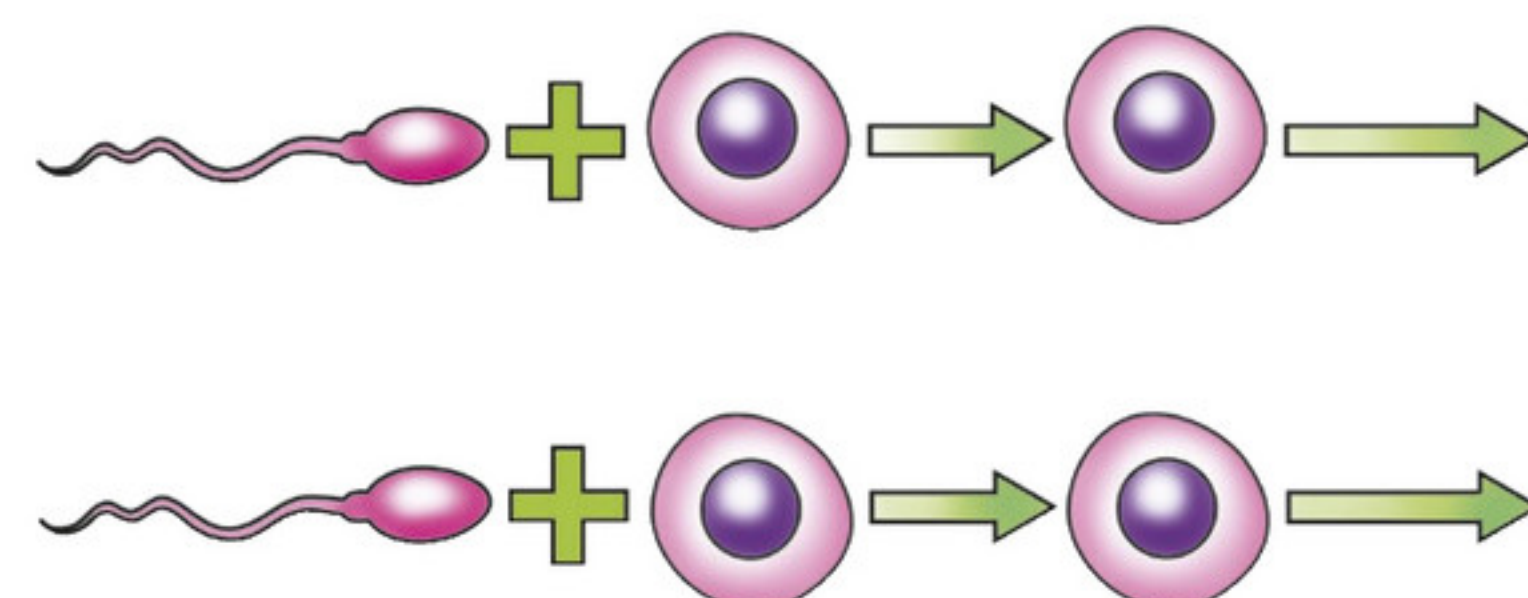
1 Tweelingen

In thema 4 Voortplanting heb je geleerd dat bij de ovulatie meestal één eicel vrijkomt uit een eierstok. Maar soms komen er bij de ovulatie twee eicellen vrij. Elk van deze eicellen kan worden bevrucht door een zaadcel. Uit beide bevruchte eicellen kunnen klompjes cellen ontstaan die zich innestelen in het baarmoederslijmvlies. Er ontwikkelt zich dan een tweeling. Omdat deze tweeling is ontstaan uit twee bevruchte eicellen, spreken we van een twee-eiige tweeling (zie afbeelding 68.1).

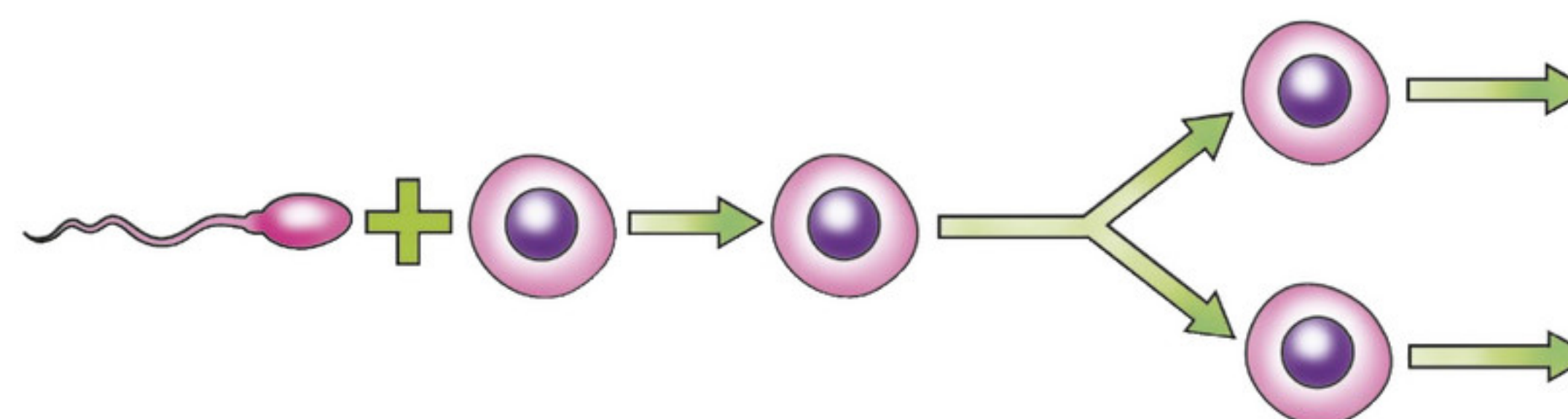
Een tweeling kan ook ontstaan uit één bevruchte eicel. Tijdens de eerste delingen van de bevruchte eicel raken de cellen van elkaar los. Er ontstaan dan twee klompjes cellen die zich innestelen in het baarmoederslijmvlies. Er ontwikkelt zich een eeneiige tweeling (zie afbeelding 68.2). Het komt ook voor dat er meer dan twee kinderen tegelijk worden geboren (zie afbeelding 69).

WB OPDRACHT 1 EN 2 BLZ. 29

► **Afb. 68** Tweelingen.



1 twee-eiige tweeling



2 eeneiige tweeling

▼ Afb. 69

De vierling

De Vierling is een tv-serie over het dagelijks leven van een vierling. De tienermeiden Tessa, Esmé, Lisa en Bo lijken als vier druppels water op elkaar. Al hun hele leven worden ze nagekeken en als ware attractie beschouwd. In de schijnwerpers staan is hen dan ook niet vreemd. Maar jezelf elke dag op televisie zien in een eigen tv-serie is ook voor de meiden uit Hardenberg een nieuwe belevenis.



2 Erfelijkheidsonderzoek

Ouders geven erfelijke eigenschappen door aan hun kinderen. De meeste erfelijke eigenschappen zijn niet schadelijk of nadelig. Maar soms geven ouders erfelijke ziekten door aan hun kinderen. Er wordt veel onderzoek verricht naar de overerving van erfelijke ziekten. In deze verrijkingstof leer je hierover meer. Je moet vragen beantwoorden.

▼ Afb. 70 Controle van de borsten.



Van veel erfelijke eigenschappen is precies bekend op welke chromosomen de genen voor deze eigenschappen liggen. Dit geldt ook voor bepaalde genen die erfelijke ziekten veroorzaken. Een erfelijkheidsonderzoeker kan daarom met behulp van speciale technieken aan de chromosomen van iemand zien of deze persoon het gen bezit voor zo'n erfelijke ziekte.

Zo kan bijvoorbeeld bij een vrouw op een van de chromosomen een gen worden ontdekt dat een erfelijke vorm van borstkanker veroorzaakt. Zo'n vrouw heeft dan een kans van 80 tot 90% om borst- of eierstokkanker te krijgen. Sommige vrouwen bij wie dit gen is ontdekt, kiezen ervoor hun borsten te laten amputeren (weghalen). Zo kunnen ze borstkanker voorkomen. Andere vrouwen kiezen ervoor hun borsten regelmatig grondig te laten controleren (zie afbeelding 70). Een beginnend gezwel kan dan sneller worden ontdekt. Overigens zijn de meeste vormen van borstkanker niet erfelijk.

GENETISCH ADVIES

Als bij iemand een gen voor een erfelijke ziekte wordt ontdekt, hoeft hij de ziekte zelf niet te hebben. Hij is dan **drager** van dit gen. Maar hij kan dit gen wel doorgeven aan zijn kinderen.

Iemand bij wie in de familie een erfelijke ziekte voorkomt, heeft kans dat hij drager is van het gen dat deze ziekte veroorzaakt. Hij behoort dan tot een **risicogroep**. Als zijn partner ook drager is, is de kans aanwezig dat een of meer kinderen de erfelijke ziekte krijgen. Daarom doen mensen die behoren tot een risicogroep er verstandig aan **genetisch advies** in te winnen. Een erfelijkheidsonderzoeker onderzoekt dan hoe groot de kans is dat er kinderen worden geboren met een erfelijke ziekte of afwijking. De man en de vrouw kunnen aan de hand van het genetisch advies beslissen over een eventuele zwangerschap. Ook als de vrouw al enkele malen een miskraam heeft gehad, is het verstandig genetisch advies in te winnen.

WB OPDRACHT 1 BLZ. 31

PRENATAAL ONDERZOEK

Er wordt steeds meer erfelijkheidsonderzoek verricht bij embryo's en foetussen. Dit wordt gedaan om al vóór de geboorte van een kind eventuele ziekten of afwijkingen vast te stellen. Dit onderzoek kan onder andere plaatsvinden door echoscopie, door een vlokentest of door een vruchtwaterpunctie. Deze vormen van onderzoek worden **prenataal onderzoek** genoemd. Prenataal betekent vóór de geboorte.

ECHOSCOPIE

Bij **echoscopie** worden de groei en de ligging van het embryo of de foetus gecontroleerd met behulp van een **echoscoop** (zie afbeelding 71.1). Dit apparaat zendt heel hoge geluidstrillingen uit, die door weefsels en organen in verschillende mate worden teruggekaatst. De teruggekaatste trillingen worden zichtbaar gemaakt op een scherm (zie afbeelding 71.2). Eventuele afwijkingen in de embryonale ontwikkeling kunnen zo worden opgespoord. Echoscopie kan al vanaf de zesde week van de zwangerschap worden toegepast. Pas als de voortplantingsorganen tot ontwikkeling zijn gekomen, kan worden vastgesteld of de foetus een jongetje of een meisje is. Het is tegenwoordig ook mogelijk een video of een 3D-echoscopie van de foetus te maken (zie afbeelding 71.3).

▼ **Afb. 71** Echoscopie.



echoscoop

1 een echo maken



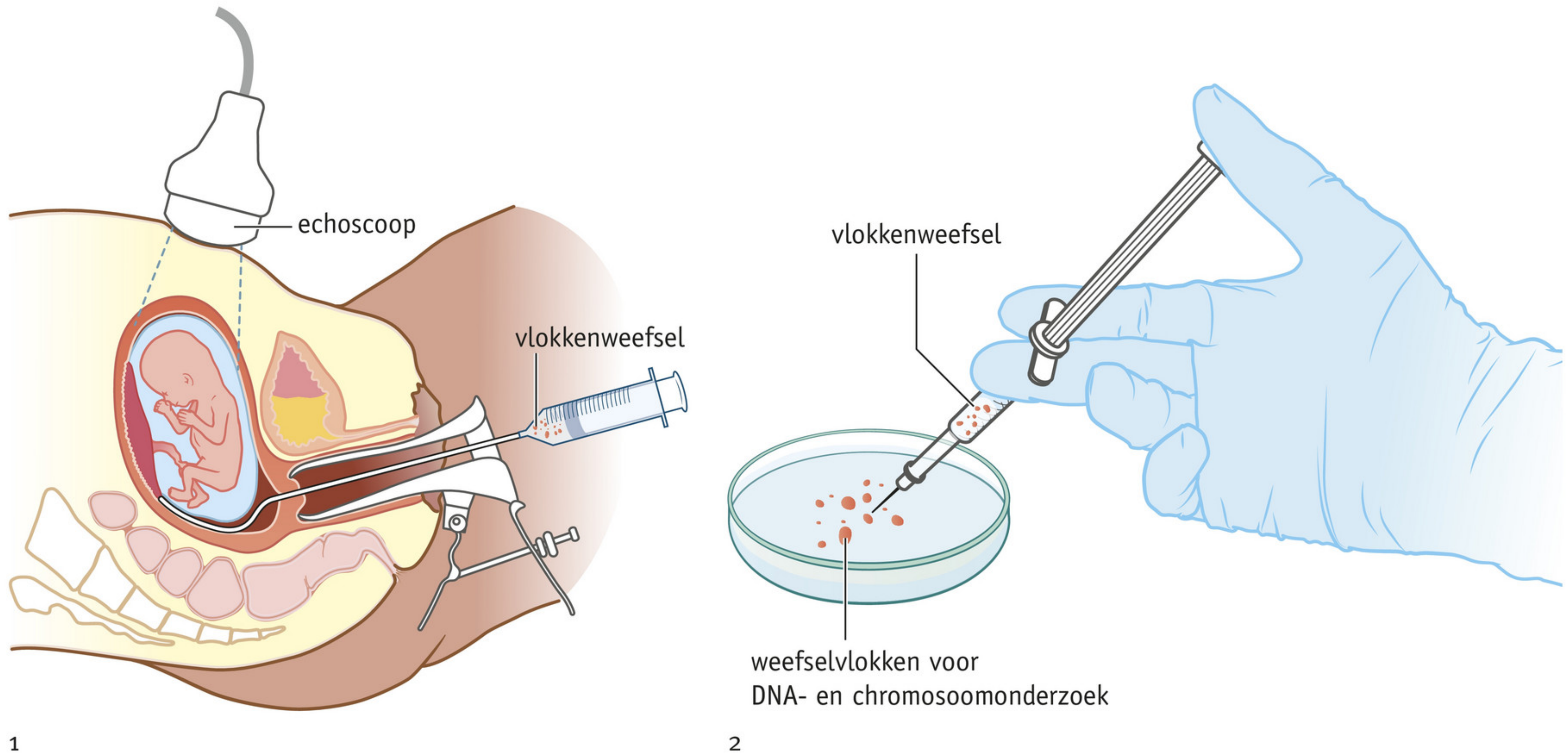
2 2D-echo



3 3D-echo

Vanaf de achtste week van de zwangerschap kan een **vlokkentest** worden gedaan. Bij dit onderzoek wordt een klein beetje weefsel uit de placenta gehaald (zie afbeelding 72). Dit weefsel bevat cellen die afkomstig zijn van het embryo. Door de chromosomen en het DNA in deze cellen te bestuderen, kunnen eventuele afwijkingen in de chromosomen worden opgespoord. Een voorbeeld van zo'n afwijking is het **syndroom van Down** (zie afbeelding 73). Bij een vlokkentest kan aan de hand van de chromosomen ook worden vastgesteld of het embryo een jongetje of een meisje wordt. Dit is al mogelijk vóórdat de voortplantingsorganen tot ontwikkeling komen.

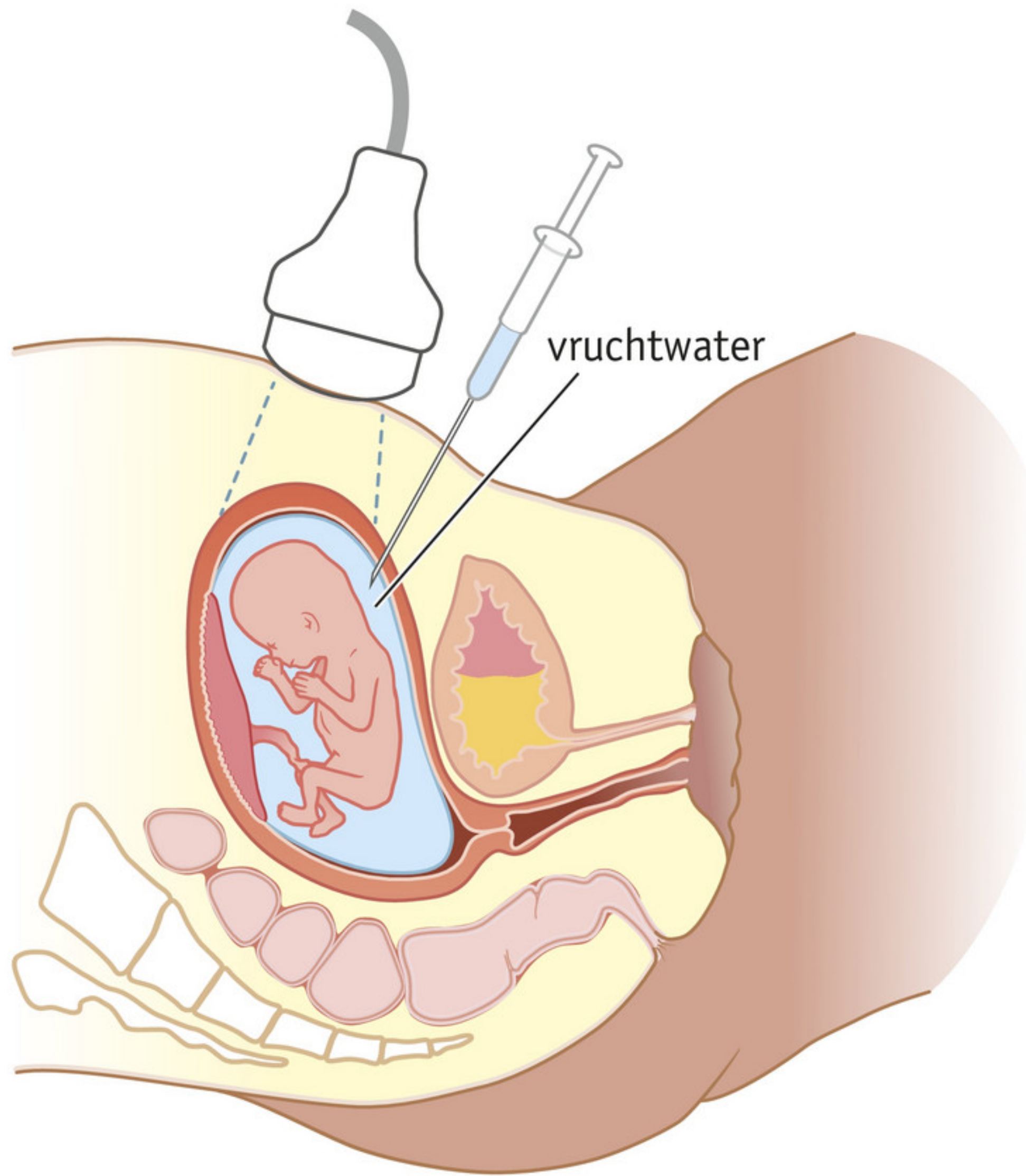
▼ **Afb. 72** Erfelijkheidsonderzoek door een vlokkentest.



▼ **Afb. 73** Syndroom van Down.

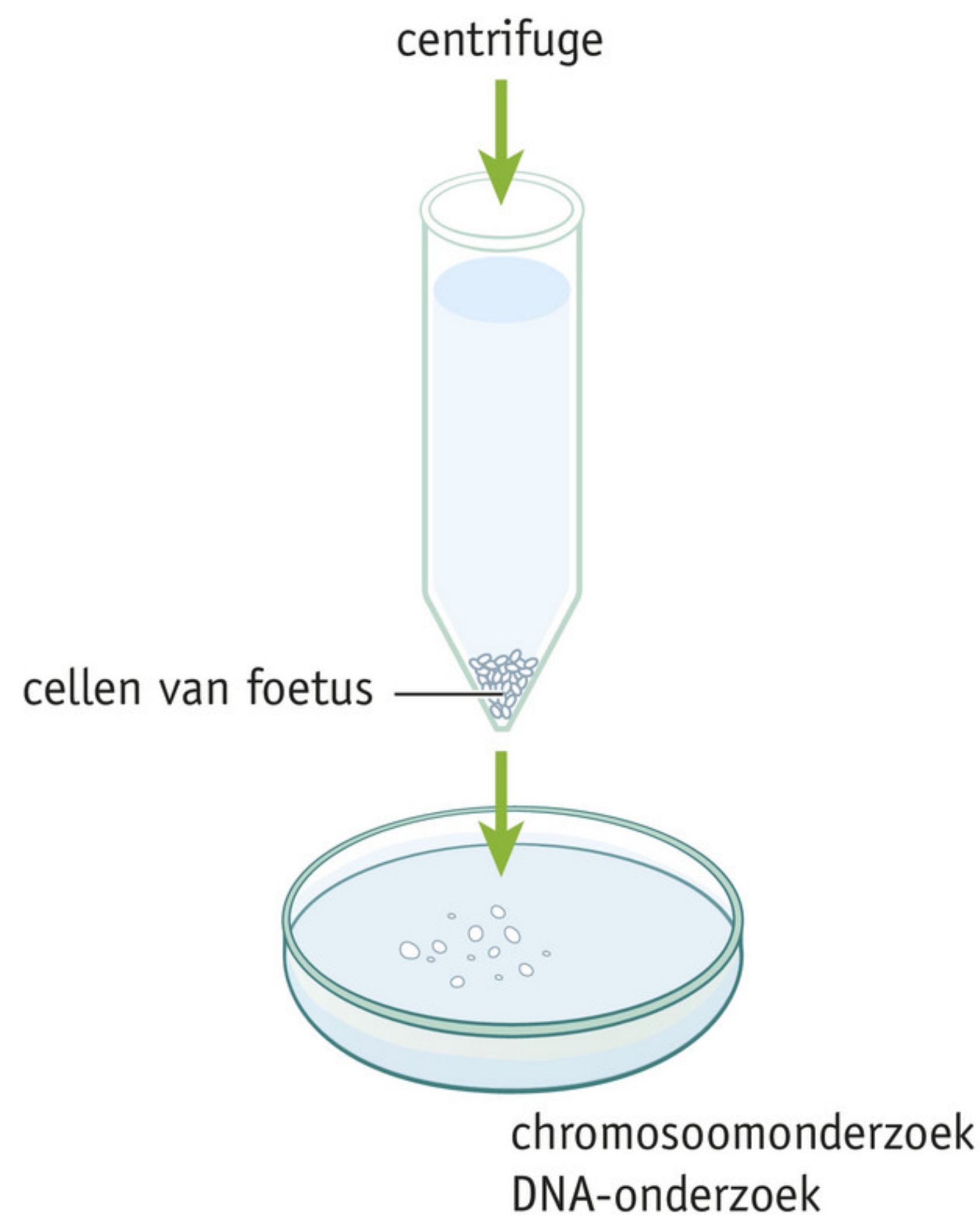


▼ **Afb. 74** Erfelijkheidsonderzoek door een vruchtwaterpunctie.



1

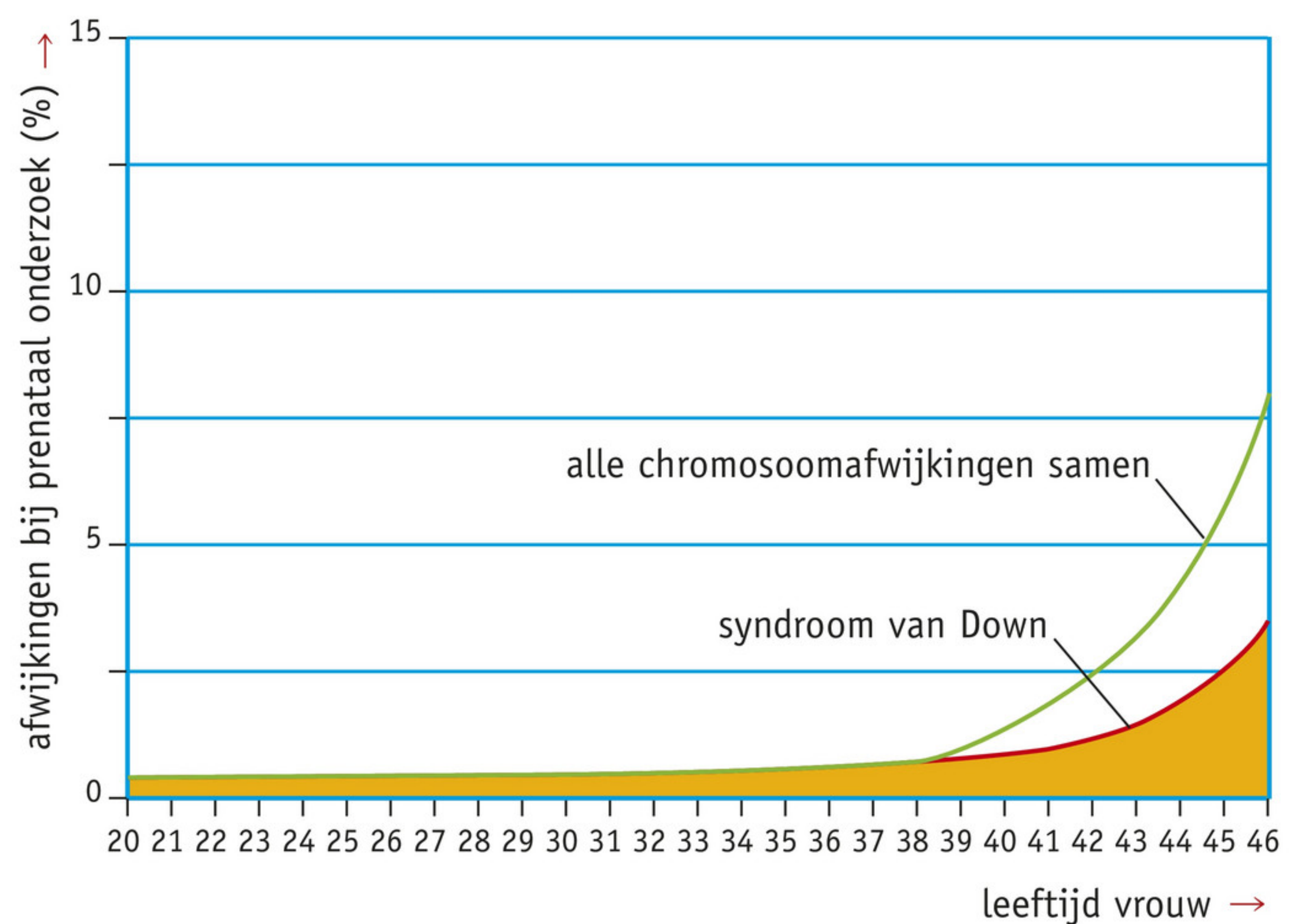
Bij een **vruchtwaterpunctie** wordt via de buikwand en de wand van de baarmoeder wat vruchtwater opgezogen (zie afbeelding 74). In dit vruchtwater bevinden zich cellen van de foetus. Deze cellen worden gebruikt voor chromosoomonderzoek en DNA-onderzoek. Vruchtwaterpunctie kan worden uitgevoerd vanaf de zestiende week van de zwangerschap.



2

Een vlokkentest of vruchtwaterpunctie is niet helemaal zonder gevaar. Zo'n onderzoek maakt de kans op een miskraam iets groter. Daarom wordt zo'n onderzoek alleen uitgevoerd als er een verhoogd risico bestaat dat een kind wordt geboren met een ernstige ziekte of afwijking. Van een verhoogd risico is sprake als de vrouw al enkele malen een miskraam heeft gehad of als er een erfelijke ziekte in de familie voorkomt. Ook als een vrouw 36 jaar of ouder is, is er een verhoogde kans op het krijgen van een kind met een afwijking (zie afbeelding 75).

► **Afb. 75** Hoe ouder de moeder is, hoe groter de kans is op een kind met een afwijking.



Soms blijkt dat het ongeboren kind een ernstige ziekte of afwijking heeft. De ouders kunnen dan in overleg met de arts en andere hulpverleners beslissen of ze een abortus willen laten uitvoeren.

WB OPDRACHT 2 BLZ. 31

3 Puzzel

In de basisstof heb je allerlei begrippen geleerd. In je werkboek vind je de omschrijvingen van een aantal van deze begrippen. Je moet deze begrippen in een kruiswoordraadsel invullen.

WB OPDRACHT 1 BLZ. 32

► Afb. 76



6

Ecologie



BASISSTOF

- 1 Wat is ecologie?
- 2 Voedselrelaties
- 3 Populaties
- 4 Aanpassingen bij dieren
- 5 Aanpassingen bij planten

EXTRA BASISSTOF

- 6 De kringloop van water
- 7 De kringloop van koolstof

58

61

66

69

73

76

77

SAMENVATTING EN DIAGNOSTISCHE TOETS

Samenvatting

79

Diagnostische toets

81

VERRIJKINGSSTOF

1 Water in de bodem

86

2 Strooisellaag

87

3 Een voedselweb in een eik

90



Dit thema heet: Ecologie. In dit thema leer je dat de omgeving invloed heeft op organismen. Een konijn bijvoorbeeld heeft in zijn omgeving water, voedsel en zuurstof nodig om te kunnen blijven leven. Konijnen leven samen met soortgenoten. Konijnen moeten oppassen voor roofdieren in hun omgeving. Om te kunnen overleven zijn organismen aangepast aan de omgeving waarin ze leven. Je leert in dit thema dat aanpassingen bij dieren en planten belangrijk zijn om te kunnen overleven.

Je leest de basisstof door. Je komt dan vanzelf opdrachten tegen. Deze opdrachten maak je in je werkboek.

1 Wat is ecologie?

Het **milieu** (de leefomgeving) heeft invloed op organismen. Maar organismen hebben ook invloed op hun milieu. Regenwormen graven bijvoorbeeld gangen, waardoor ze de bodem veranderen. Planten geven zuurstof af. Tussen organismen en het milieu bestaan allerlei relaties. Het bestuderen van de relaties tussen organismen en hun milieu noem je **ecologie**. Mensen die in de natuur werken, hebben veel met ecologie te maken (zie afbeelding 1).

▼ Afb. 1

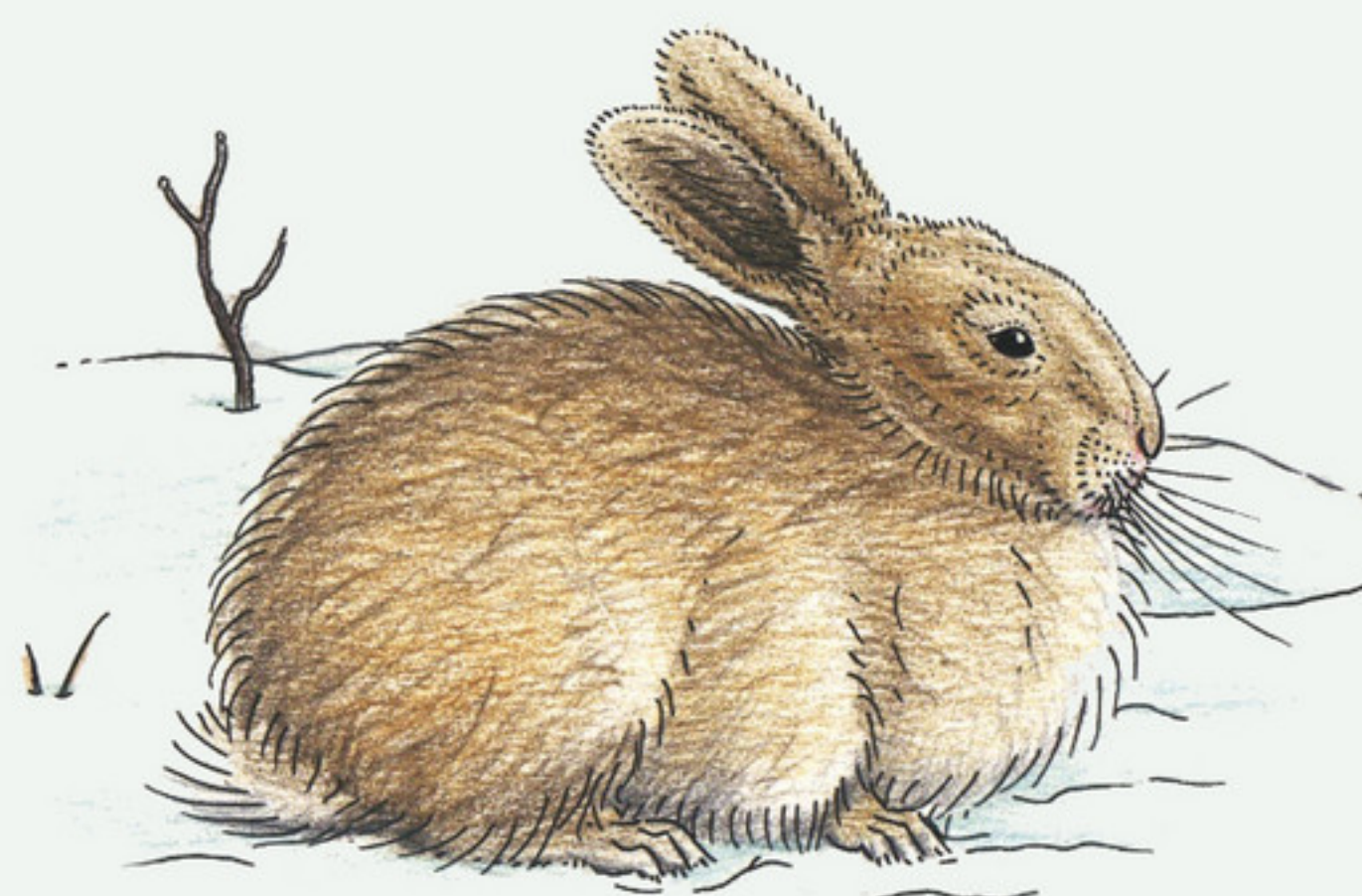
Medewerker natuurbeheer

‘Mijn naam is Erik. Ik ben medewerker natuurbeheer in een natuurgebied. Mijn collega’s en ik onderhouden het natuurgebied. We letten zowel op de dieren als op de planten die in het gebied leven. Ook letten we erop dat mensen goed met de natuur omgaan en dat ze de rust van de dieren niet verstoren of vuil achterlaten. Als medewerker natuurbeheer moet je snappen dat organismen invloed hebben op hun omgeving. Konijnen bijvoorbeeld

graven holen in de grond en ze eten planten die in het natuurgebied groeien. De omgeving heeft ook invloed op de konijnen. In de winter bijvoorbeeld hebben konijnen een wintervacht en in de zomer een zomervacht. Bij het beheer van het natuurgebied proberen we de omstandigheden voor de organismen in het gebied zo optimaal mogelijk te maken. Soms moeten we daarvoor bomen kappen. Mijn werk is dus erg afwisselend.’



konijnen hebben invloed op hun omgeving



wintervacht



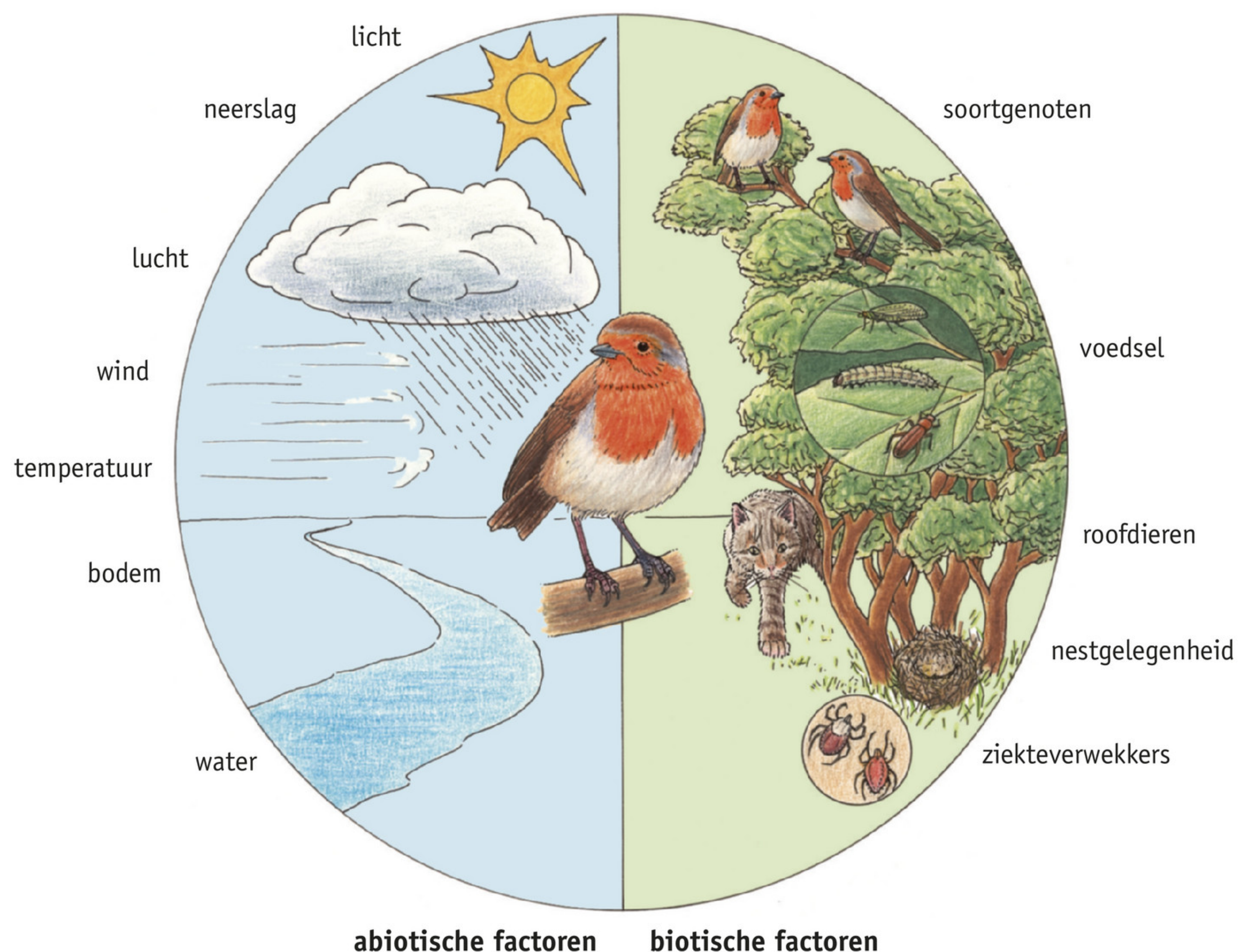
zomervacht

INVLOEDEN UIT HET MILIEU

De invloeden uit het milieu kun je indelen in twee groepen (zie afbeelding 2). Sommige invloeden zijn afkomstig van andere organismen. Deze invloeden noemen we **biotische factoren**. Een roodborstje wordt bijvoorbeeld beïnvloed door de insecten die hij kan vangen en de roofdieren die hij moet ontwijken. Een roodborstje wordt ook beïnvloed door de temperatuur, de hoeveelheid licht, de wind en de regen. De invloeden die afkomstig zijn van de levenloze natuur noemen we **abiotische factoren** (*a* = zonder, *bios* = leven).

WB OPDRACHT 1 EN 2 BLZ. 34

▼ **Afb. 2** Biotische en abiotische factoren.



DE NIVEAUS VAN DE ECOLOGIE

Je kunt de invloed onderzoeken die de temperatuur heeft op het zingen van een roodborstje. Je doet dan onderzoek met één enkel organisme. Eén enkel organisme noem je een **individu**. Ecologen zeggen dan dat het onderzoek plaatsvindt op het **niveau** van het individu. In afbeelding 3 (op de volgende pagina) zie je nog andere niveaus waarop in de ecologie onderzoek wordt gedaan.

Een **populatie** is een groep individuen van dezelfde soort in een bepaald gebied, die zich onderling voortplanten. Een ecooloog kan bijvoorbeeld de invloed van lawaai op het aantal roodborstjes in een bepaald gebied onderzoeken. Hij doet dan onderzoek op het niveau van een populatie.

In een bepaald gebied leven populaties van verschillende soorten. In een bos leven populaties eiken, rupsen, roodborstjes, konijnen, vossen en nog veel meer soorten. Alle populaties in een gebied samen vormen de **levensgemeenschap**. De populaties in een levensgemeenschap beïnvloeden elkaar. Vossen eten bijvoorbeeld konijnen en roodborstjes eten rupsen. In een gebied spelen ook abiotische factoren een rol, zoals de wind, de temperatuur en de hoeveelheid water. Een gebied waarin de biotische en abiotische factoren een eenheid vormen, noem je een **ecosysteem**. Voorbeelden van ecosystemen zijn een duingebied, een bos en een sloot.

WB OPDRACHT 3 EN 4 BLZ. 36

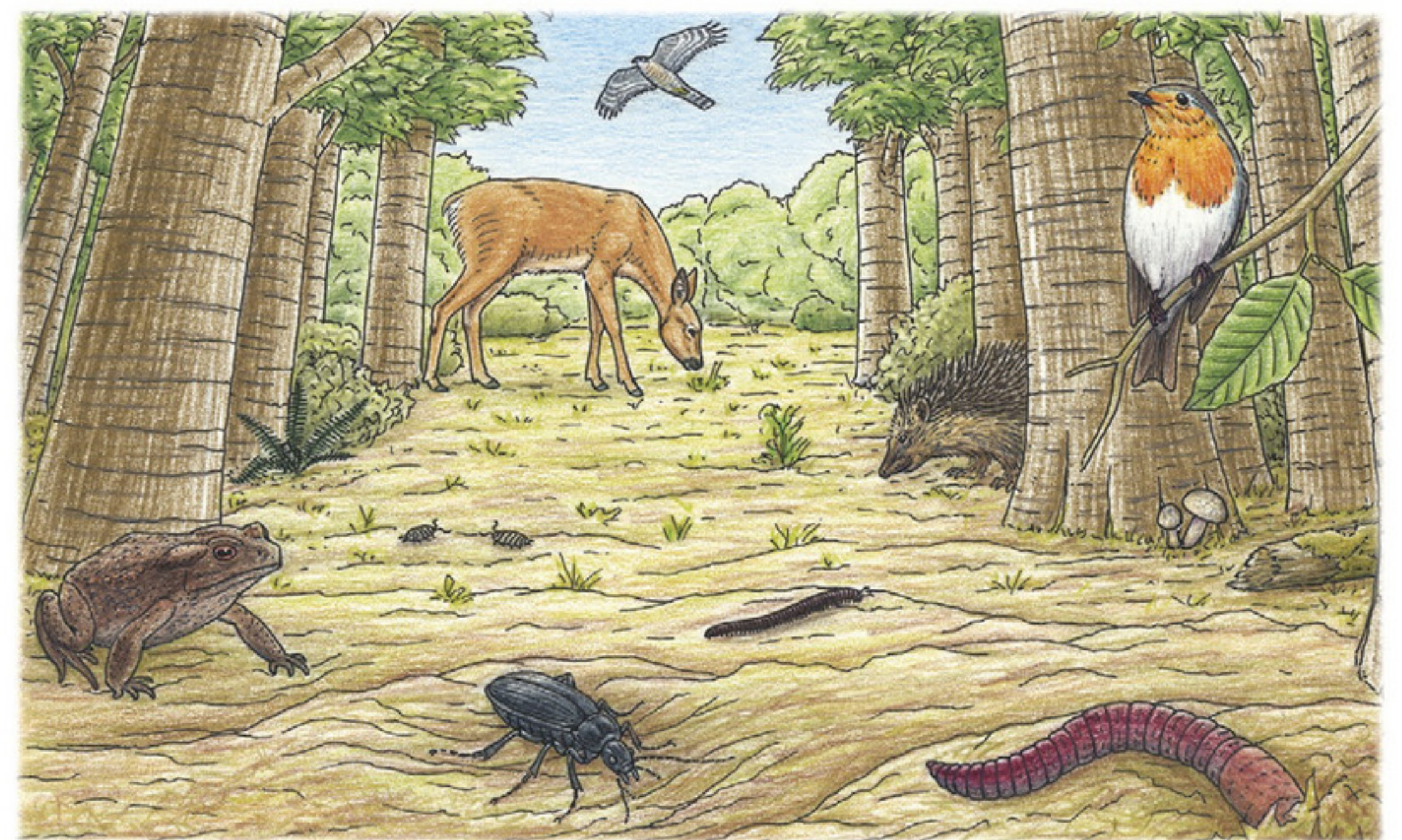
► **Afb. 3** De niveaus van de ecologie.



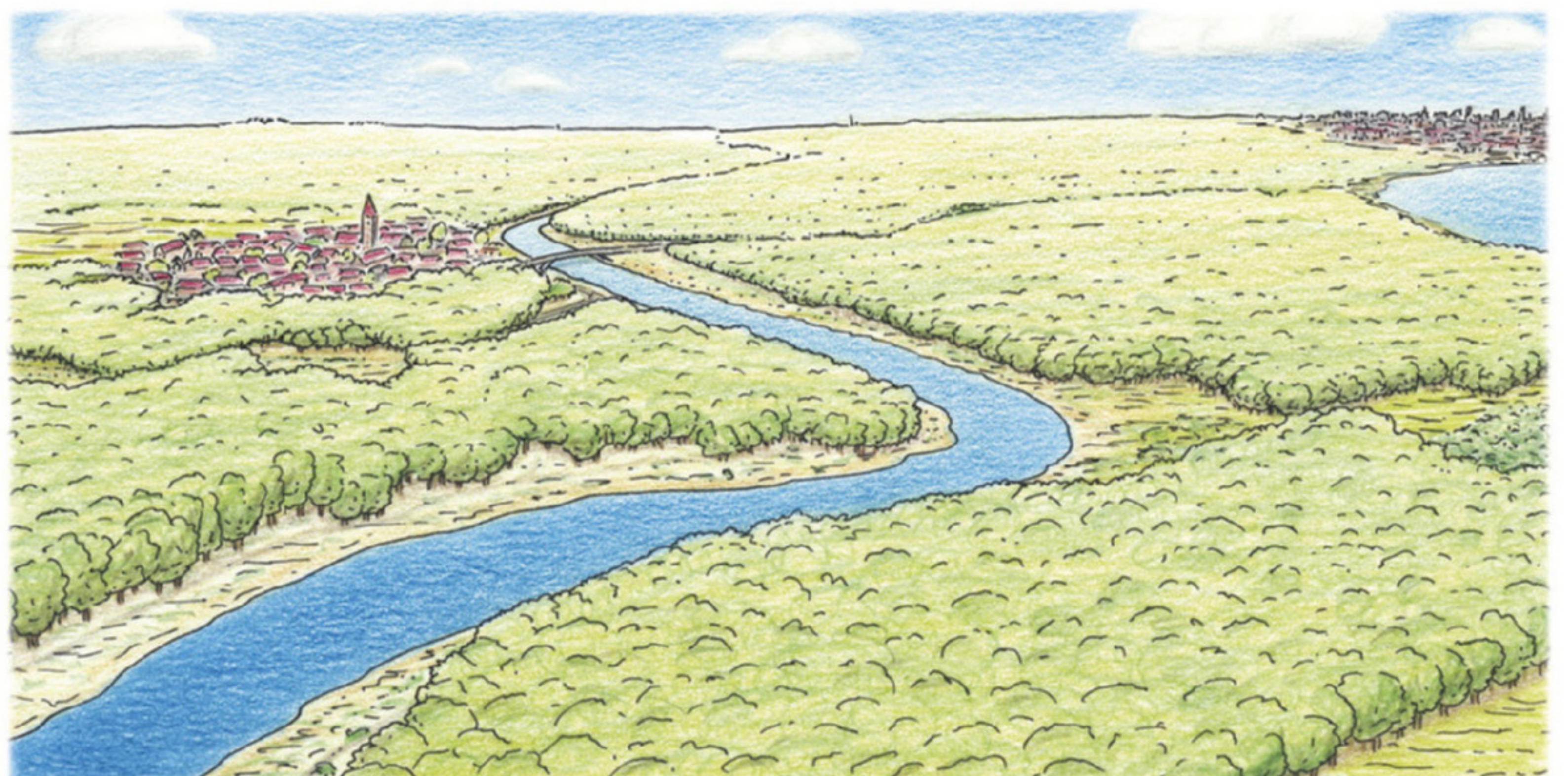
1 individu



2 populatie



3 levensgemeenschap



4 ecosysteem

2 Voedselrelaties

In afbeelding 4 is een weiland met enkele organismen getekend. Je ziet een konijn van een paardenbloem eten. Konijnen zijn **planteneters**. Je ziet ook een wezel. Wezels vangen konijnen en eten hun vlees. Wezels zijn **vleeseters**.

▼ Afb. 4

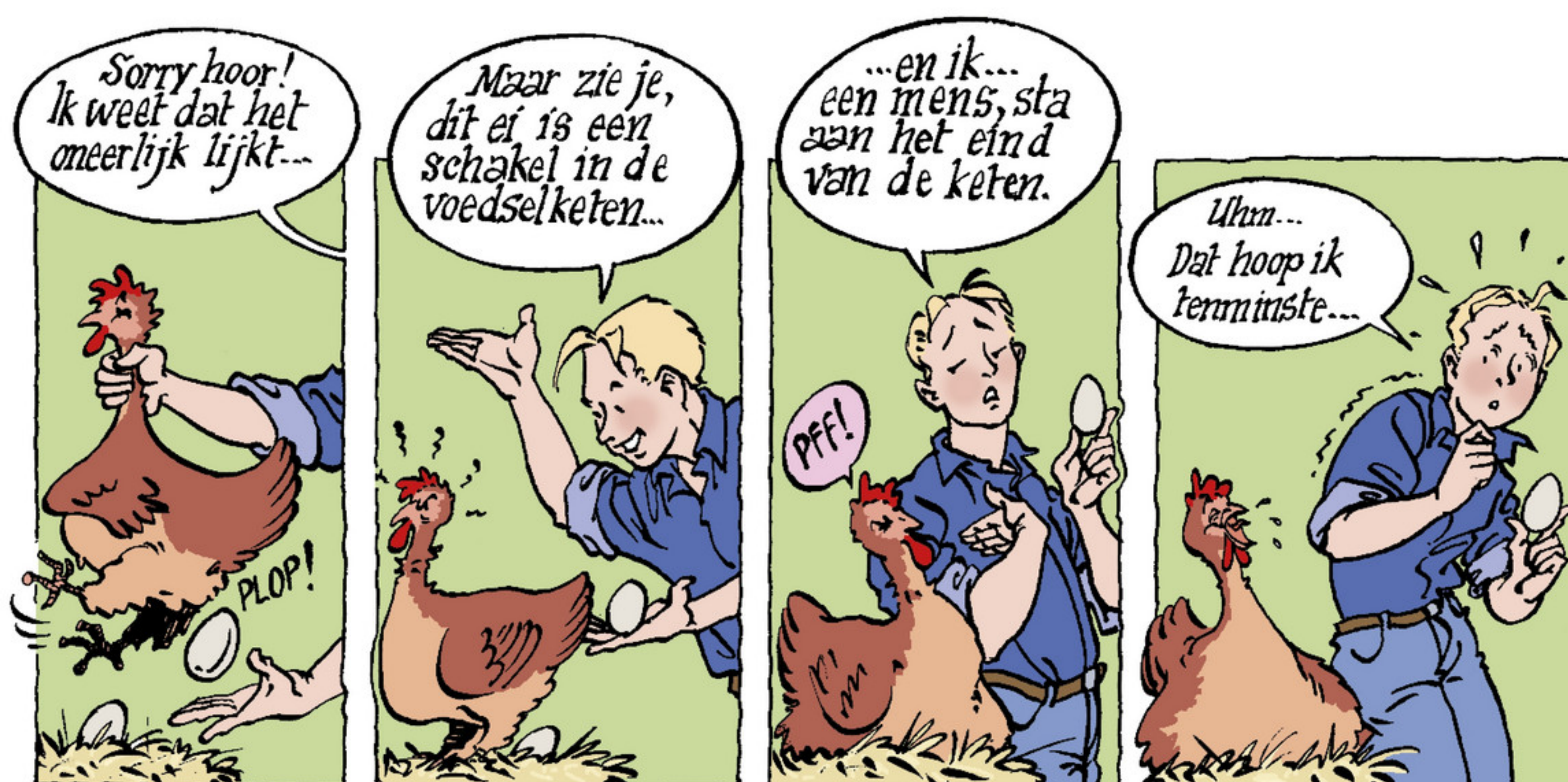


VOEDSELKETEN

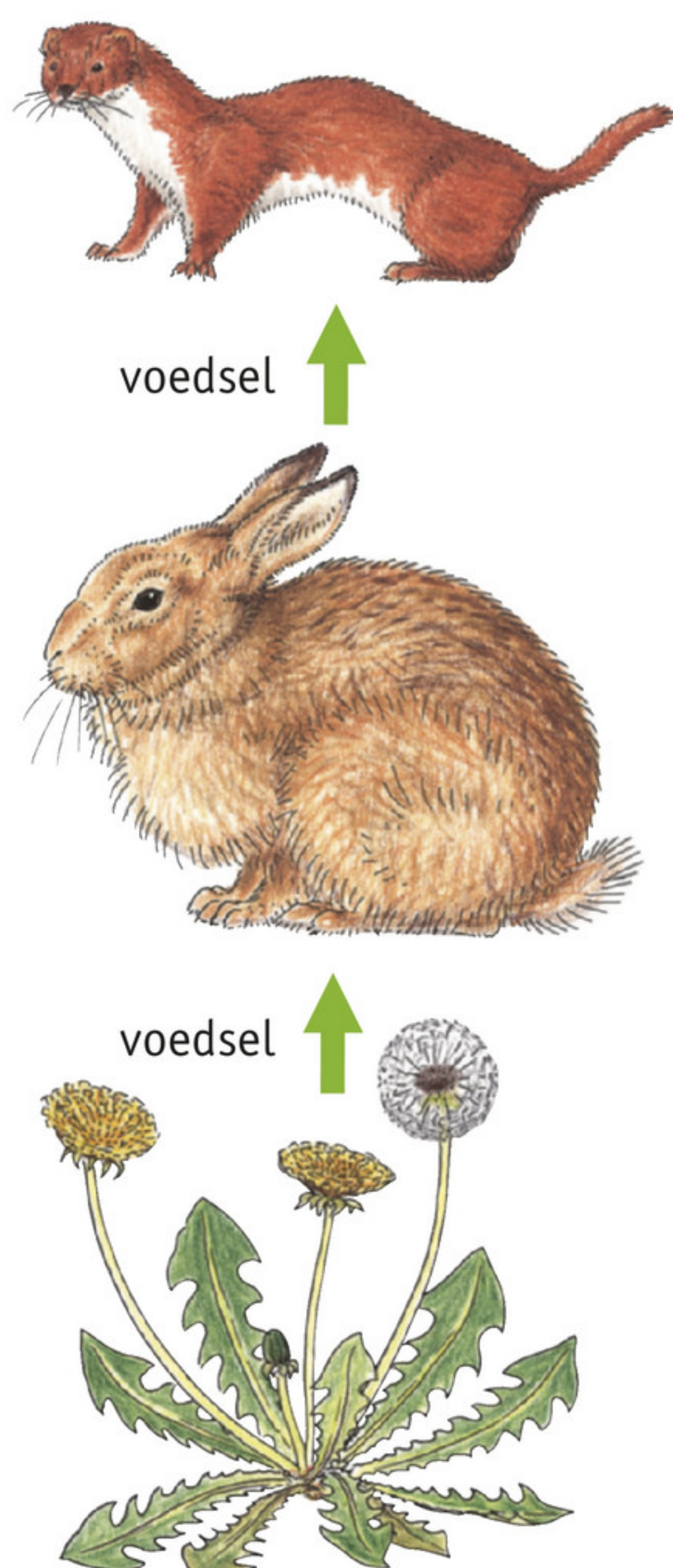
Paardenbloemen, konijnen en wezels vormen samen een **voedselketen** (zie afbeelding 5). Een voedselketen is een reeks soorten, waarbij elke soort voedselbron is voor de volgende soort. In de voedselketen van afbeelding 5 is de eerste schakel een plantensoort. Ook andere voedselketens beginnen met een plantensoort.

De eerste schakel in een voedselketen is altijd een plantensoort.

▼ Afb. 6



▼ Afb. 5 Een voedselketen.



VOEDSELWEB (VOEDSELNET)

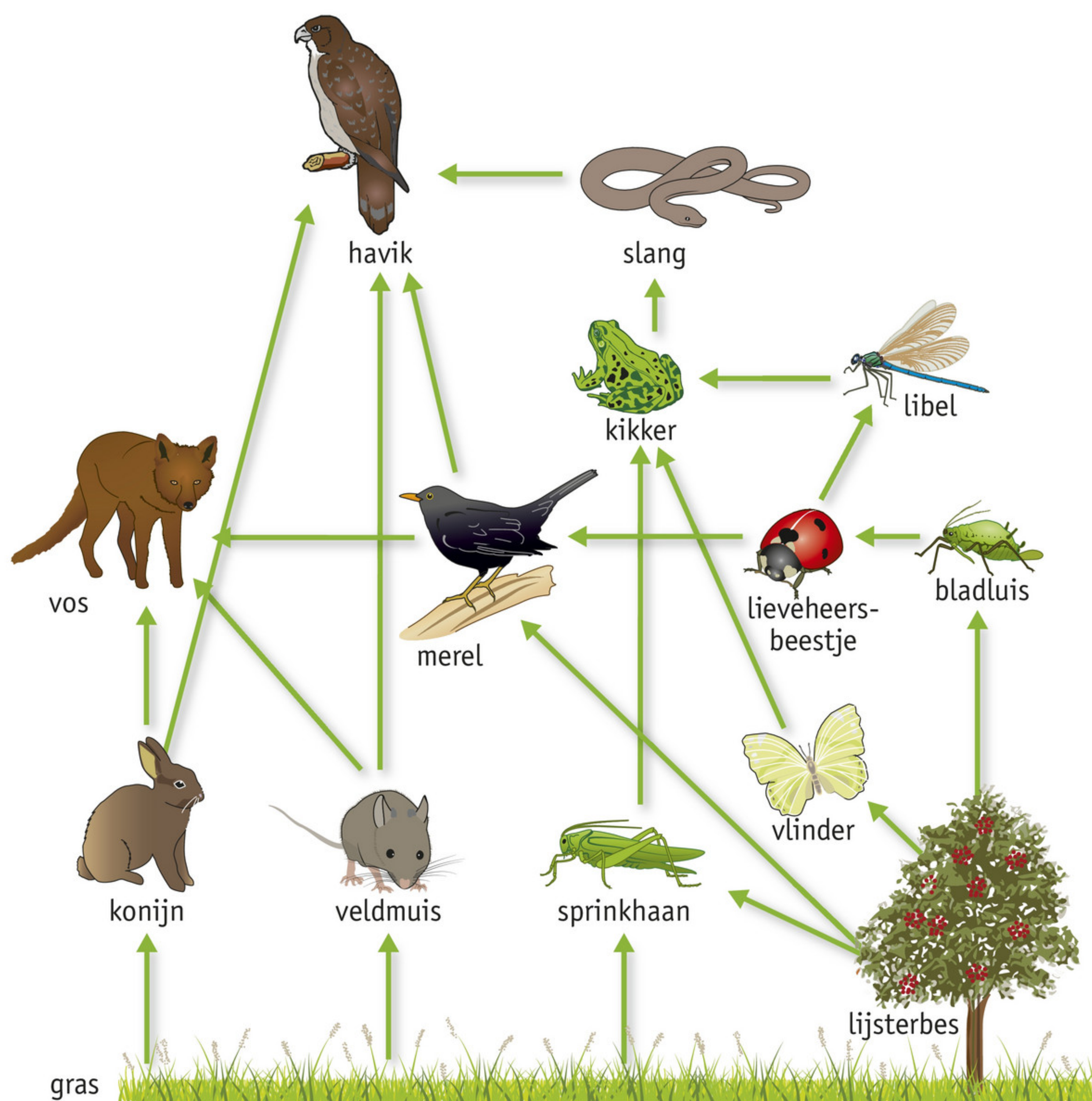
In een ecosysteem is nooit sprake van maar één voedselketen. Elke soort kan door veel andere soorten worden gegeten. In een ecosysteem lopen dan ook meerdere voedselketens door elkaar.

Alle voedselrelaties in een ecosysteem samen noem je een **voedselweb** of **voedselnet**. In afbeelding 7 is een voedselweb weergegeven.

In een voedselweb kunnen dieren voorkomen die zowel planten als dieren eten. We noemen deze dieren **alleseters** (zie afbeelding 8).

WB OPDRACHT 5 T/M 7 BLZ. 37

► Afb. 7 Een voedselweb.



► Afb. 8 Een merel is een alleseter.



1



2

▼ **Afb. 9** Producenten (planten).**PRODUCENTEN**

Planten staan aan het begin van voedselketens. Dat komt doordat planten het voedsel produceren voor mensen en dieren. We noemen planten dan ook **producenten**. Planten kunnen voedsel produceren doordat in de groene delen fotosynthese kan plaatsvinden.

CONSUMENTEN

Dieren eten (consumeren) de stoffen die door planten zijn gemaakt. We noemen dieren dan ook **consumenten** (zie afbeelding 10). Dieren vind je in de tweede en volgende schakels van voedselketens. In de tweede schakel van een voedselketen zijn de dieren planteneters, in de derde en volgende schakels zijn de dieren vleeseters. In een voedselketen worden producenten gegeten door **consumenten van de eerste orde**. Zij worden op hun beurt gegeten door **consumenten van de tweede orde**, enz. Alleseters zijn in de ene voedselketen consumenten van de eerste orde en in een andere consumenten van de tweede orde.

Niet alle planten en dieren worden gegeten. Ze kunnen ook gewoon doodgaan. De dode resten van planten en dieren worden dan als voedsel gebruikt door **afvaleters** (zie afbeelding 11).

▼ **Afb. 10** Consumenten.

1 planteneter (koe)



2 vleeseter (Amerikaanse zeearend)



3 alleseter (mens)

▼ **Afb. 11** Afvaleters.

REDUCENTEN

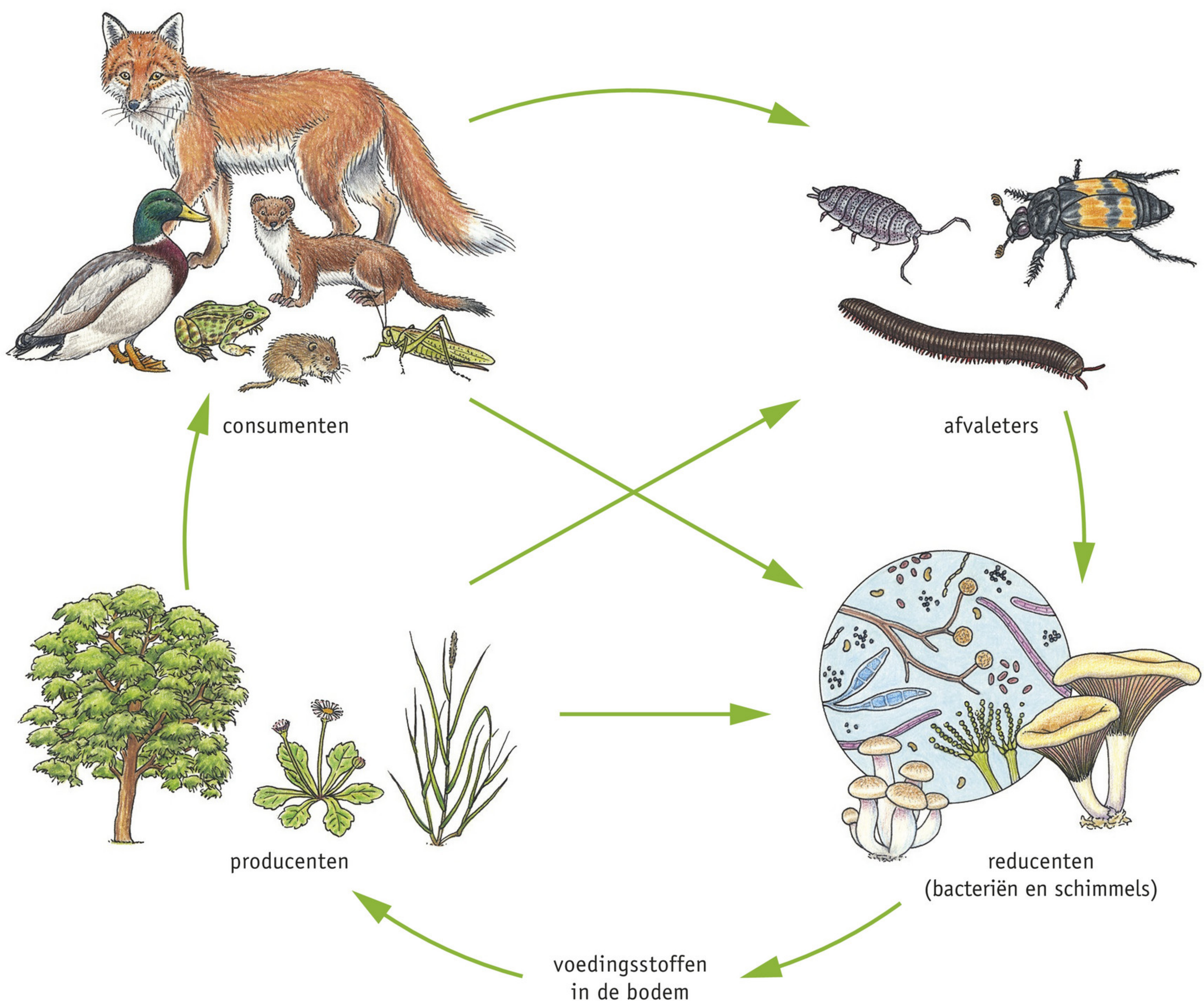
De resten die de afvalers achterlaten, worden verder afgebroken door bacteriën en schimmels. Een ander woord voor afbreken is reduceren. We noemen bacteriën en schimmels dan ook **reducenten**.

Reducenten breken de dode resten van organismen af. Hierbij komen voedingsstoffen vrij voor producenten (planten). De producenten nemen de voedingsstoffen op. Zo worden de stoffen in de natuur steeds opnieuw gebruikt. Stoffen van planten komen via dieren, afvalers, bacteriën en schimmels uiteindelijk weer bij planten terecht.

In de natuur maken alle stoffen een **kringloop** door. In afbeelding 12 is de kringloop van stoffen schematisch getekend. Een landbouwbedrijf kan rekening houden met kringlopen. Dit wordt bijvoorbeeld gedaan in de ecologische landbouw (zie afbeelding 13).

WB OPDRACHT 8 T/M 11 BLZ. 38

▼ Afb. 12 De kringloop van stoffen.



▼ Afb. 13

Ecologische boer

‘Hallo, wij zijn Daan en Lise. Samen hebben wij een boerenbedrijf met ecologische landbouw. Op ons bedrijf houden we rekening met de natuurlijke kringloop van stoffen. Veel van ons veevoer verbouwen we zelf, zoals mais. De koeien eten de mais. De mest van de koeien brengen we op het land. Zo is de kringloop rond.

We gebruiken geen kunstmest en bestrijdingsmiddelen. Dat levert wel extra werk op, vooral onkruid wieden. Op ons land staan veel verschillende soorten grassen. Een ruime strook langs de slootkant bemesten we niet. Hier groeien veel verschillende wilde planten. Daar komen insecten en vogels op af. Deze insecten en vogels eten de schadelijke insecten.

Door ecologisch te boeren zijn er op en rond ons bedrijf meer verschillende soorten planten en dieren dan op veel bedrijven met gangbare landbouw. Er is daardoor een ingewikkelder voedselweb.

Om dit werk te kunnen doen, moet je van de natuur houden en hard willen werken. Een goede conditie komt dus goed van pas.’



3 Populaties

De populaties in een ecosysteem zijn niet steeds even groot. Dat komt doordat de omstandigheden soms gunstig zijn en soms ongunstig.

POPULATIEGROOTTE

Als er veel voedsel is en er weinig vijanden (roofdieren) zijn, kunnen de konijnen in een bos zich goed voortplanten. De populatie konijnen wordt dan groter.

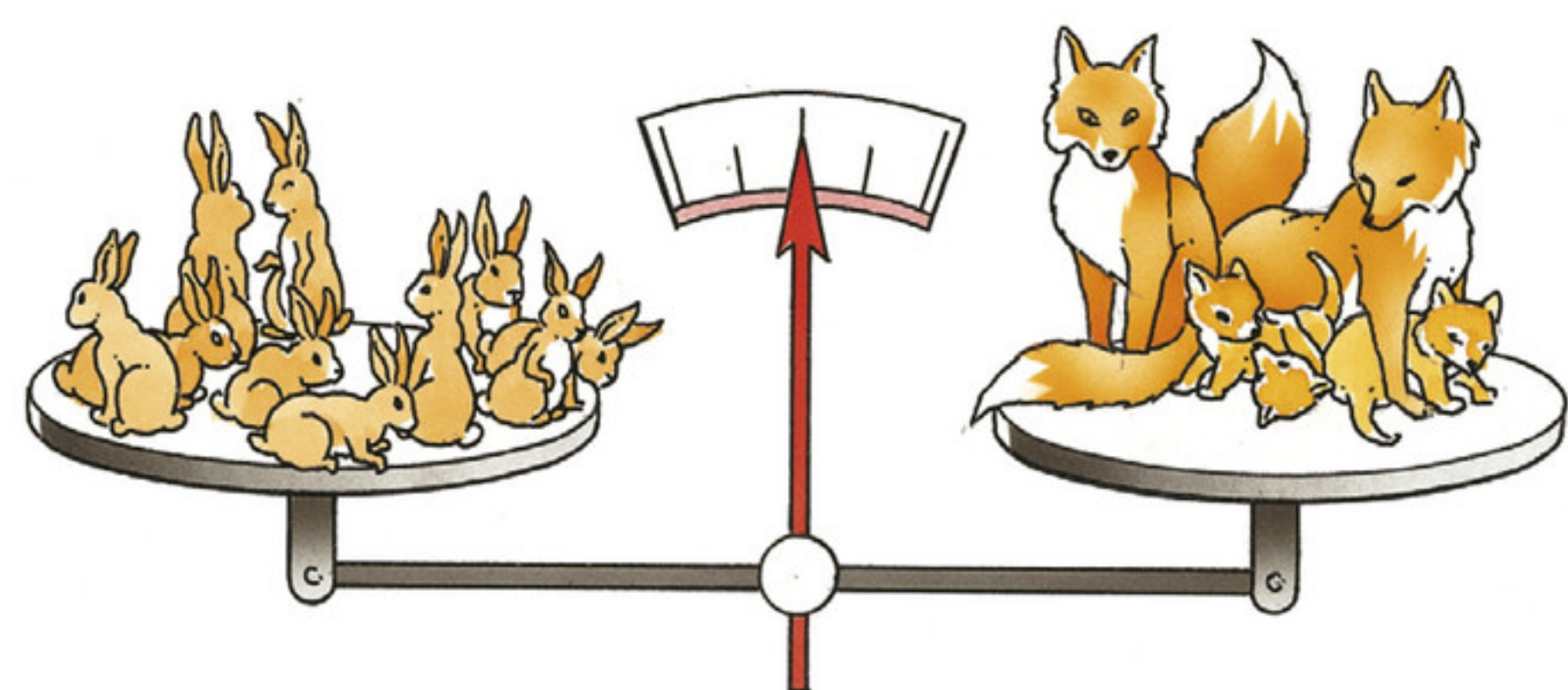
De omstandigheden kunnen ook ongunstig zijn. Door ongunstige omstandigheden sterven er meer individuen dan er geboren worden. De populatie wordt dan kleiner.

De **populatiegrootte** hangt af van invloeden uit de omgeving, dus van de biotische en abiotische factoren. Voorbeelden van biotische factoren zijn de beschikbare hoeveelheid voedsel, de aantallen natuurlijke vijanden en de aanwezige ziekteverwekkers. Voorbeelden van abiotische factoren zijn temperatuur, licht, lucht, water en bodemgesteldheid. Temperatuur, licht, lucht (wind) en water (neerslag) vormen samen het **klimaat**.

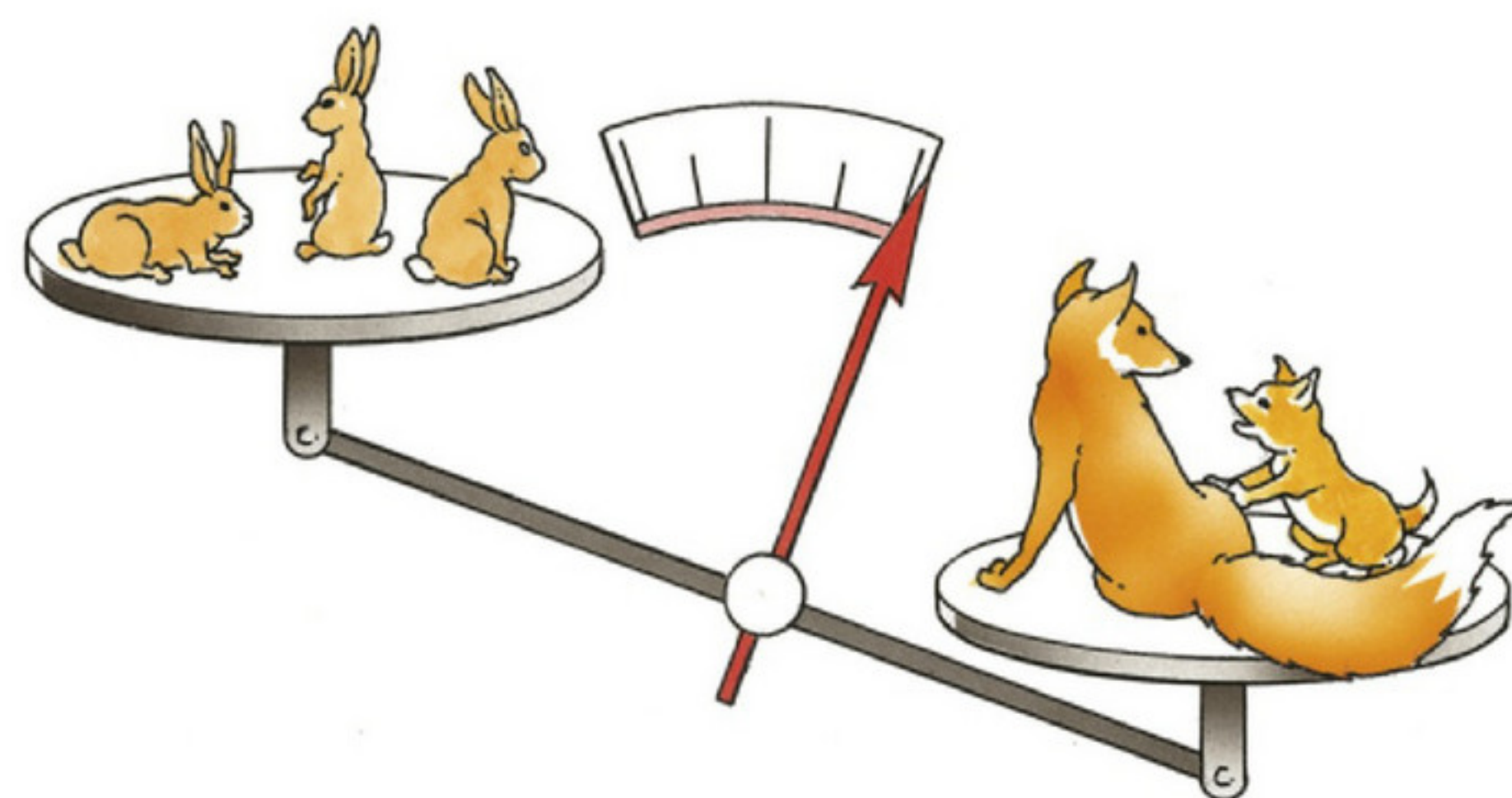
BIOLOGISCH EVENWICHT

In veel ecosystemen worden de populaties soms groter, dan weer kleiner. Bij de meeste populaties schommelt de populatiegrootte door de jaren heen om een evenwichtswaarde. We noemen dat een **biologisch evenwicht**. In afbeelding 14 is het biologisch evenwicht tussen konijnen en vossen schematisch weergegeven.

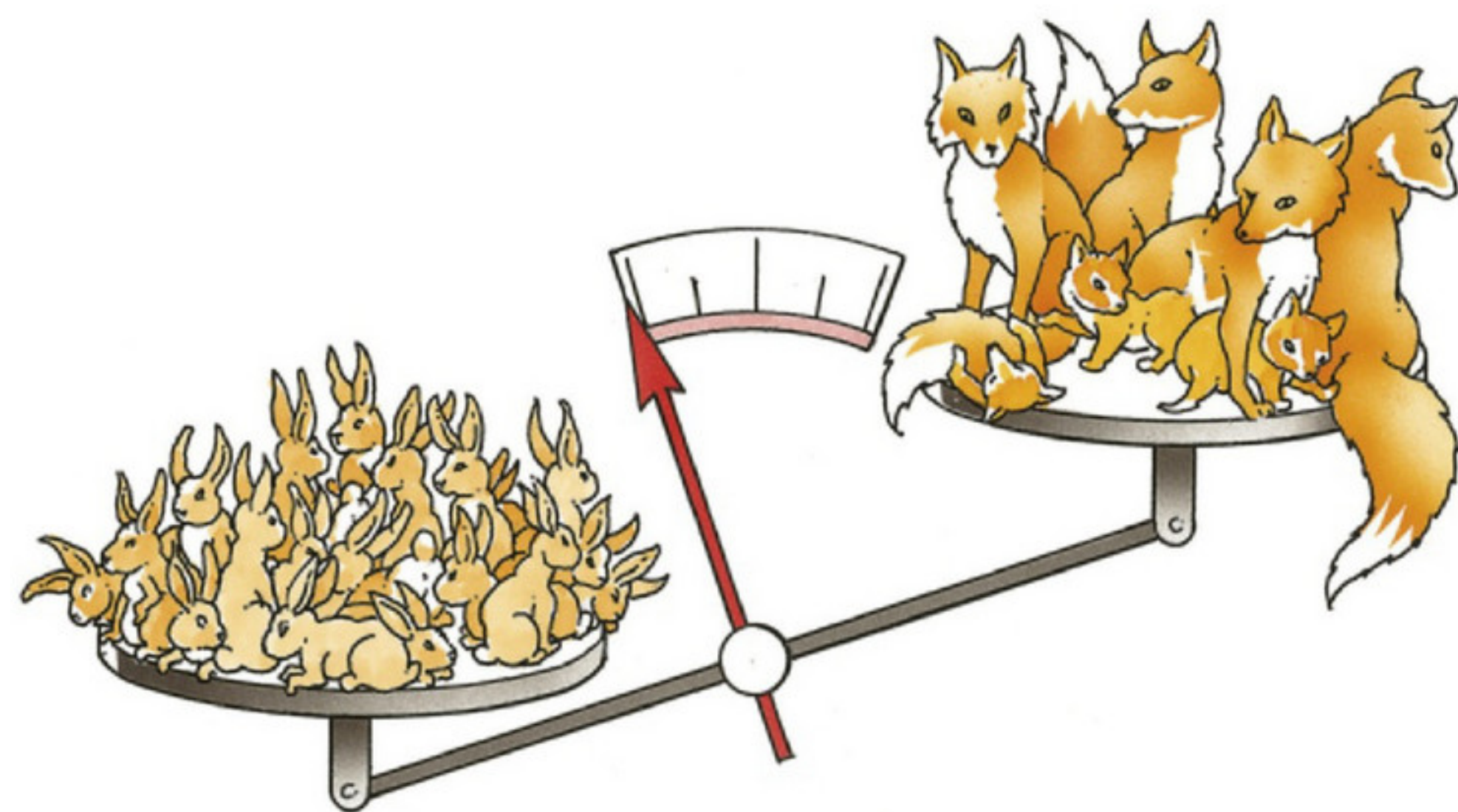
▼ **Afb. 14** Biologisch evenwicht tussen konijnen en vossen (schematisch).



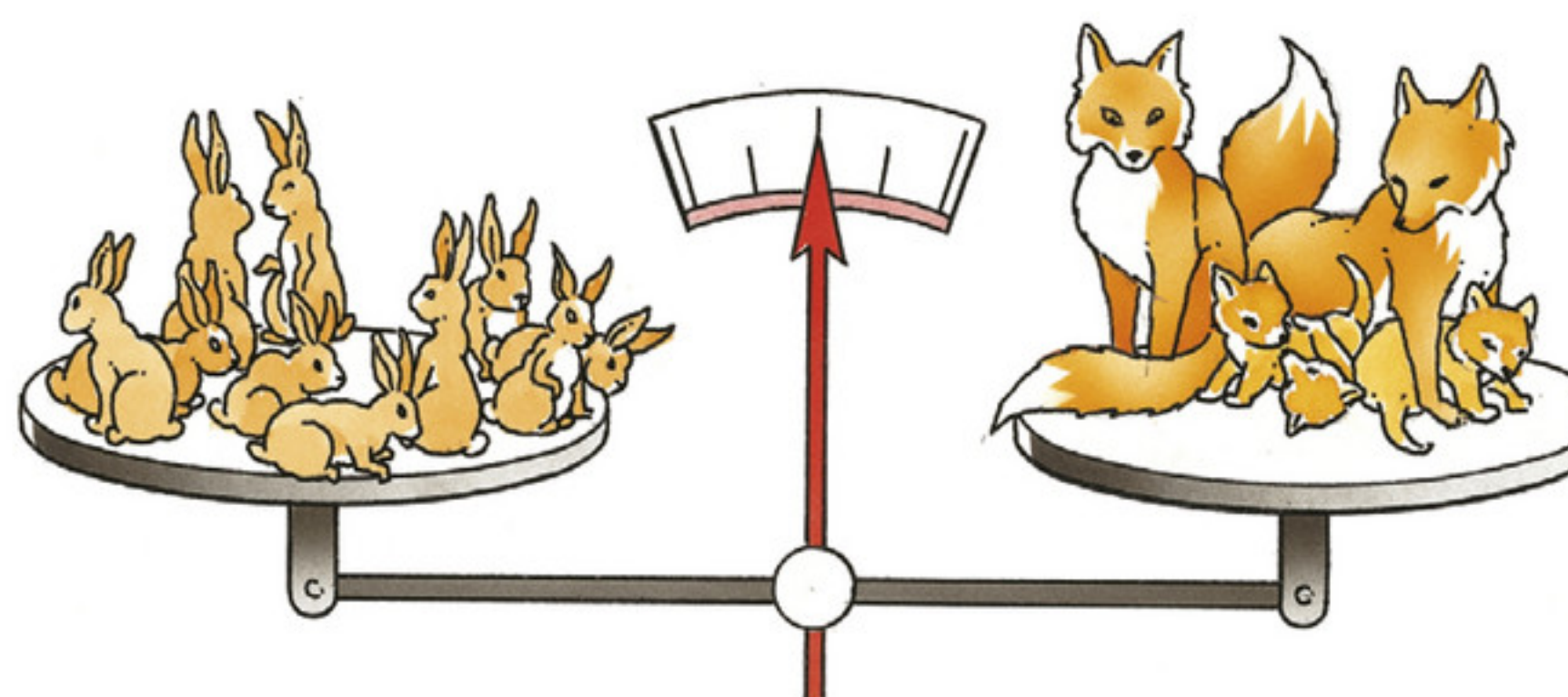
- 1e jaar
- normale weersgesteldheid: evenwicht



- 2e jaar
- gras groeit slecht door lage temperaturen en droogte
 - konijnen sterven door voedselgebrek
 - vossen trekken weg naar andere ecosystemen
 - de vossen die blijven, brengen weinig jongen voort



- 3e jaar
- gras groeit snel door warm en vochtig weer
 - konijnen krijgen veel jongen
 - vossen van elders trekken het ecosysteem binnen



- 4e jaar
- normale weersgesteldheid: evenwicht

AANPASSINGEN

Planten en dieren zijn meestal goed aangepast aan het klimaat waarin ze leven. Deze aanpassingen zijn erfelijk bepaald. Ijsberen bijvoorbeeld hebben aanpassingen tegen de kou en cactussen hebben aanpassingen tegen de droogte (zie afbeelding 15).

► Afb. 15



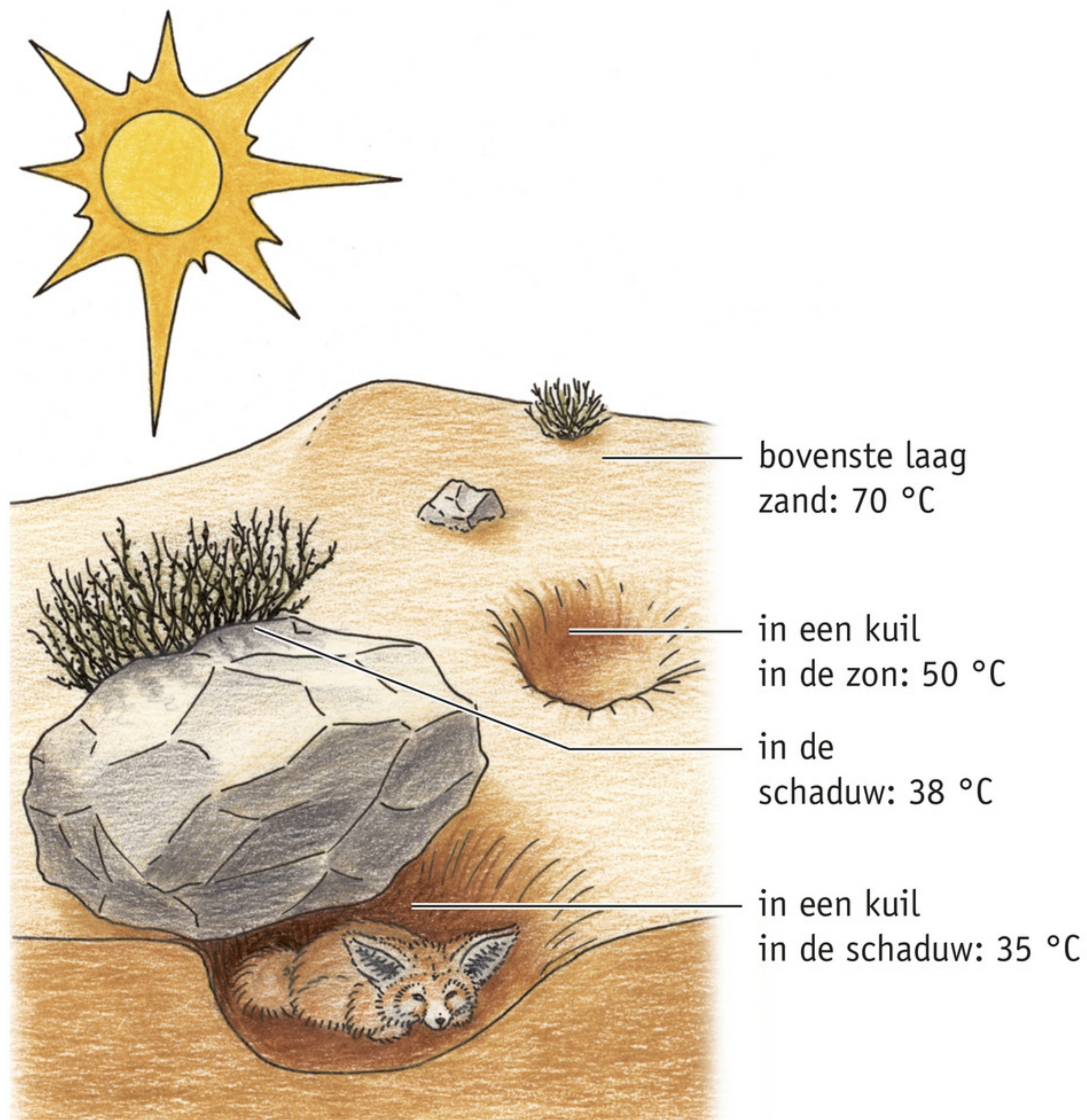
1 ijsbeer



2 cactus

Planten en dieren moeten ook schommelingen in de abiotische factoren kunnen verdragen. In woestijnen kan de temperatuur overdag wel 50 °C verschillen van de temperatuur 's nachts. Woestijnplanten moeten zulke sterke schommelingen kunnen verdragen. Dieren kunnen de sterkste schommelingen vermijden door weg te kruipen op een beschutte plek (zie afbeelding 16).

► Afb. 16



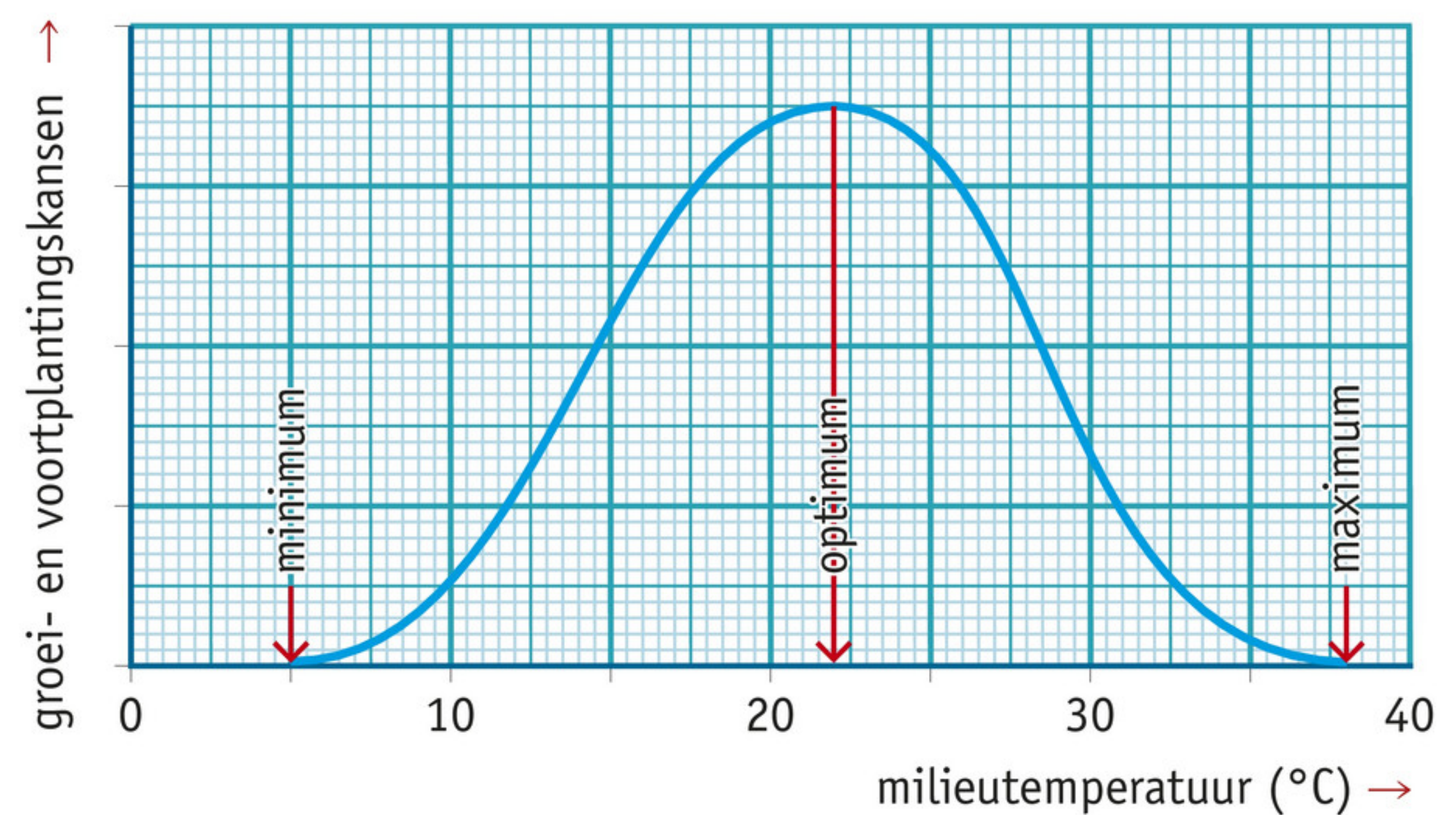
Elk organisme kan maar in een bepaalde mate schommelingen in de milieutemperatuur verdragen. Guppy's bijvoorbeeld kunnen niet in leven blijven beneden een temperatuur van 5 °C of boven een temperatuur van 38 °C. Bij een temperatuur van 22 °C hebben guppy's de grootste kans om in leven te blijven en nakomelingen te krijgen. In afbeelding 17.2 is het verband tussen de milieutemperatuur en de groei- en voortplantingskansen van guppy's weergegeven in een diagram. Zo'n diagram wordt een **optimumkromme** genoemd. In het diagram zijn een minimumtemperatuur, een optimumtemperatuur en een maximumtemperatuur aangegeven.

WB OPDRACHT 12 T/M 14 BLZ. 42

▼ Afb. 17



1 guppy



2 het verband tussen de temperatuur en de groei- en voortplantingskansen van guppy's

4

Aanpassingen bij dieren

Dieren hebben **aanpassingen** aan het milieu waarin ze leven. Deze aanpassingen kunnen te maken hebben met allerlei functies, zoals de voortbeweging, de voeding, de ademhaling, de voortplanting, enzovoort.

WATERDIEREN

Dieren die in het water leven, hebben andere kenmerken dan dieren die op het land leven. Vissen bijvoorbeeld hebben organen die bij landdieren niet voorkomen, zoals kieuwen en vinnen. Een vis zwemt vooruit door in het water heen en weer te bewegen, vooral met de staartvin. De overige vinnen gebruikt een vis vooral om zich rechtop in het water te houden. De huid is bedekt met schubben, met daar overheen een laag slijm. Door dit slijm is de huid heel glad. Hierdoor is de weerstand in het water laag als hij zwemt. Ook door de lichaamsvorm is de weerstand in het water laag. Kop, romp en staart gaan geleidelijk in elkaar over. We noemen deze lichaamsvorm **gestroomlijnd**. Ook vogels en zoogdieren die in het water leven, zijn gestroomlijnd (zie afbeelding 18).

▼ **Afb. 18** Dieren die in het water leven.



1 haai (een vis)

2 pinguïn (een vogel)

3 dolfin (een zoogdier)

LANDDIEREN

Dieren die op het land leven, hebben meestal geen gestroomlijnde lichaamsvorm (zie afbeelding 19). Grotere dieren die op het land leven, zijn zwaar en moeten hun gewicht dragen. Dieren die in het water leven, hebben dat probleem niet. Zij worden door het water als het ware 'gedragen'. Misschien heb je dit zelf wel eens gemerkt in een zwembad. Onder water kun je iemand gemakkelijk met één hand optillen, hoe zwaar hij of zij ook is. Maar op het land lukt dit niet. Bij dieren die op het land leven zie je dan ook aanpassingen om hun eigen gewicht te kunnen dragen, zoals stevige poten en een zwaar skelet.

▼ **Afb. 19** Dieren die op het land leven.



1 olifant (een zoogdier)



2 emoe (een vogel)

Ontwerpers kijken vaak naar oplossingen die in de natuur al bestaan (zie afbeelding 20). Er zijn heel veel organismen die oplossingen hebben om de weerstand te verminderen. Als je met zo'n oplossing bijvoorbeeld de weerstand van een auto kunt verminderen, dan is de auto zuiniger. Zuinigere auto's verbruiken minder benzine en zijn dus goedkoper in het gebruik.

WB OPDRACHT 15 BLZ. 44

▼ Afb. 20

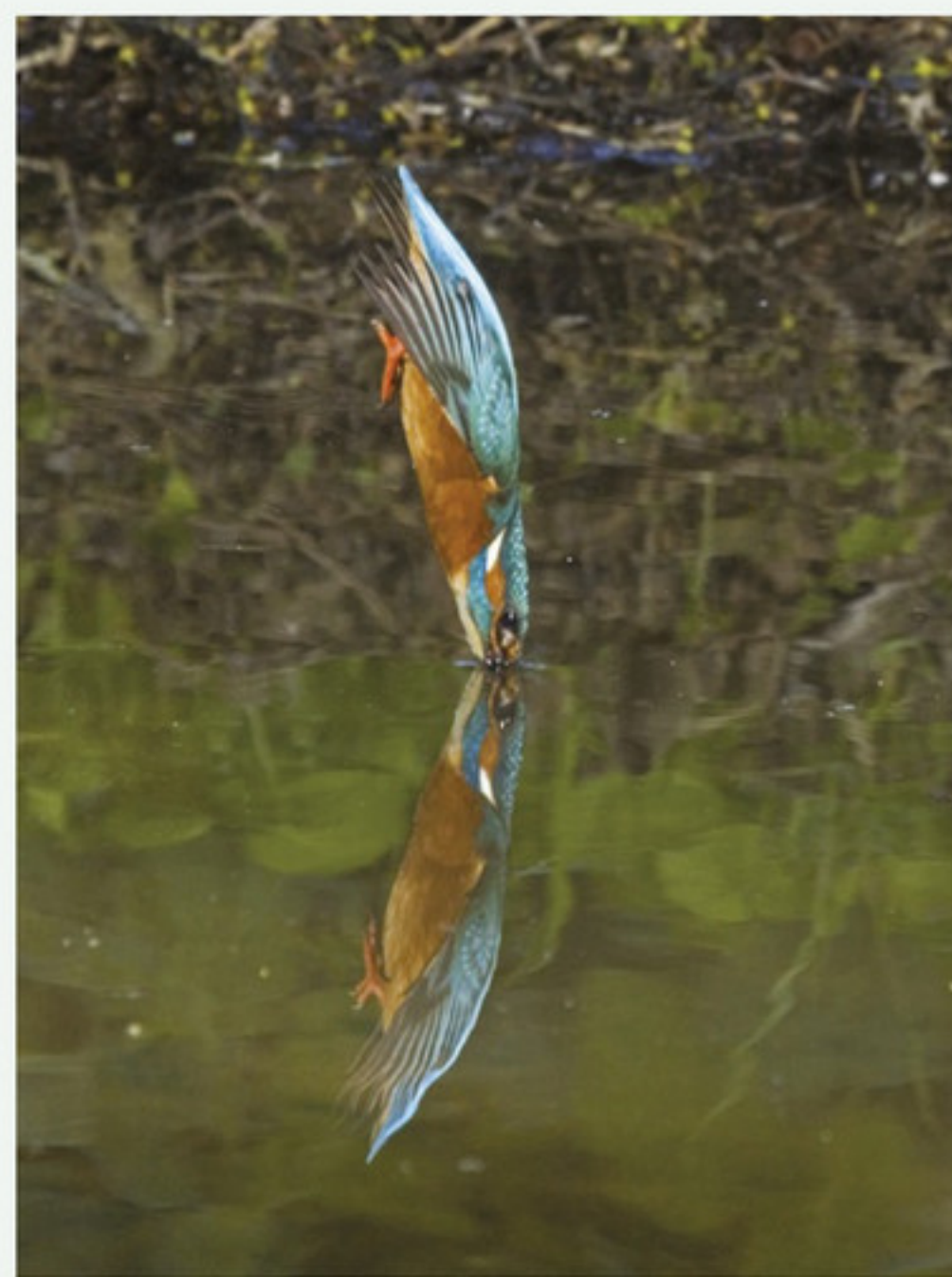
Afkijken van een ijsvogel

In Japan rijdt een trein waarvan de vorm van de neus is afgekeken van de kop van een ijsvogel. Op een bepaald traject van de Japanse hogesnelheidstrein zijn veel tunnels. De treinen op dit traject hadden veel last van de luchtdruk als ze met hoge snelheid een tunnel in reden. Door de weerstand was er extra energie nodig en ontstond veel lawaai.

Als een ijsvogel in het water duikt, spat nauwelijks water op en is er geen geluid te horen. Door de neus van de trein dezelfde vorm te geven als de kop van een ijsvogel had de trein ook veel minder weerstand in een tunnel en ontstond er geen lawaai meer.



een ijsvogel



als een ijsvogel in het water duikt, spat er geen water op



de hogesnelheidstrein in Japan

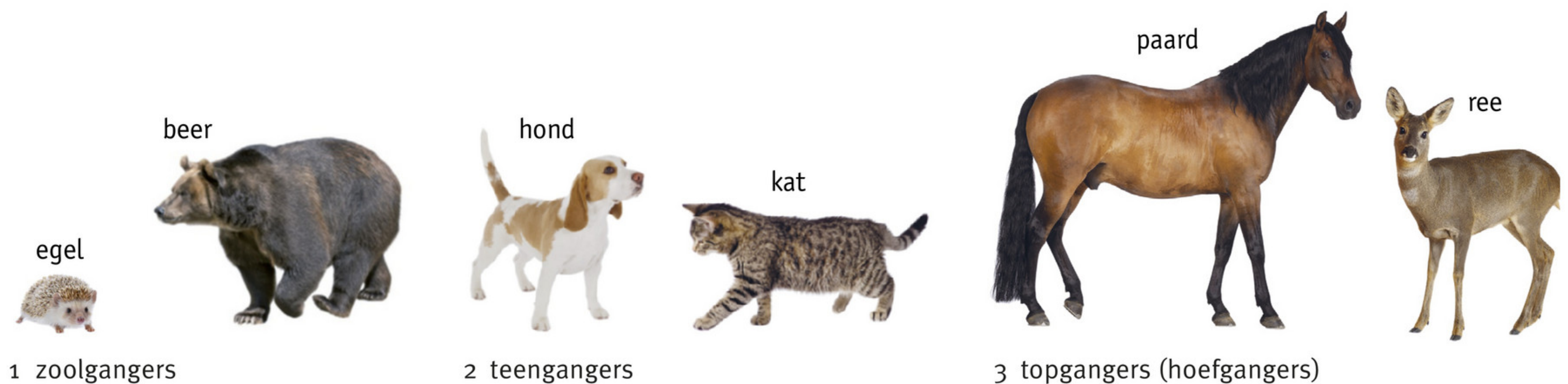
DE POTEN VAN ZOOGDIEREN

Op het strand gaat lopen makkelijker op het vochtige en wat hardere deel dicht bij het water dan op het droge deel waar je diep wegzakt. Als de ondergrond hard is, zijn dieren die op de toppen van hun poten lopen in het voordeel. Zij kunnen grote passen maken, waardoor ze snel kunnen lopen. Op een zachte ondergrond zijn ze juist in het nadeel. Doordat ze smalle poten hebben, zakken ze snel diep weg, waardoor lopen moeilijker gaat. Dieren die op hun hele voet lopen, zakken niet zo snel weg. Op een zachte ondergrond zijn dieren die op hun hele voet lopen in het voordeel.

In deel 1 heb geleerd dat er **zoolgangers**, **teengangers** en **topgangers** zijn (zie afbeelding 21). Topgangers worden ook wel **hoefgangers** genoemd. Bij deze dieren komen niet alle tenen tot ontwikkeling. Bij varkens komen vier tenen tot ontwikkeling en bij herten twee tenen. Bij paarden komt maar één teen tot ontwikkeling. Van elke teen die tot ontwikkeling komt, raakt alleen het laatste teenkootje de grond. Dit teenkootje is omgeven door een hoef van hoornstof.

WB OPDRACHT 16 BLZ. 45

▼ **Afb. 21** De poten van enkele zoogdieren.



DE POTEN VAN VOGELS

Ook de poten van vogels vertonen aanpassingen aan het milieu. In afbeelding 22 zie je daar voorbeelden van.

Vogels die in bomen en struiken leven, moeten zich kunnen vastklemmen aan takken. Hun poten maken dit mogelijk. Van de vier tenen staan er drie naar voren en één naar achteren. Deze poten zie je bij **zangvogels** (bijvoorbeeld merels, spreeuwen, mezen, vinken).

Bij **roofvogels** (bijvoorbeeld buizerds, valken) en **uilen** hebben de tenen scherpe klauwen. Hiermee vangen deze vogels hun prooi.

▼ **Afb. 22** De poten van enkele vogels.



Loopvogels (bijvoorbeeld struisvogels) zitten nooit op takken. Deze vogels hebben twee of drie tenen die naar voren staan. De teen die bij veel andere vogels naar achter staat, ontbreekt.

Watervogels (bijvoorbeeld eenden, zwanen) drijven op het water. Bij deze vogels is de teen die naar achteren staat meestal klein. Tussen de tenen zitten zwemvliezen.

Steltlopers (bijvoorbeeld kieviten, scholeksters, wulpen) zoeken voedsel in ondiep water of in de modder. Deze vogels hebben lange poten, zodat hun romp droog blijft. Ze hebben lange tenen, waardoor ze minder snel in de modder wegzakken.

DE SNAVELS VAN VOGELS

Bij vogels kun je aan de vorm van de snavel zien welk soort voedsel ze vooral eten. We zeggen dat de snavels van vogels aanpassingen hebben aan het voedsel dat ze eten. In afbeelding 23 zijn enkele snaveltypen getekend.

Vogels die vooral zaden eten, hebben een **kegelsnavel**. Dat is een korte snavel waarmee ze veel kracht kunnen zetten. Hierdoor kunnen deze vogels harde zaden kraken.

Vogels die vooral insecten eten, hebben een **pincetsnavel**. Dat is een puntige snavel waarmee ze insecten kunnen vangen. Vogels die insecten eten die meestal diep verborgen zitten (bijvoorbeeld in spleten in de schors van een boom), hebben een lange pincetsnavel.

Roofvogels hebben een **haaksnavel**. Hiermee kunnen ze een prooi in stukken scheuren.

Vogels die bodemdiertjes eten, hebben een **priemsnavel**. Met zo'n lange snavel kunnen de vogels diep in een natte bodem prikken.

Vogels die het water afslobberen naar kleine plantjes en diertjes hebben een **zeefsnavel**.

WB OPDRACHT 17 T/M 19 BLZ. 46

► **Afb. 23** Vogelkoppen met snaveltypen.



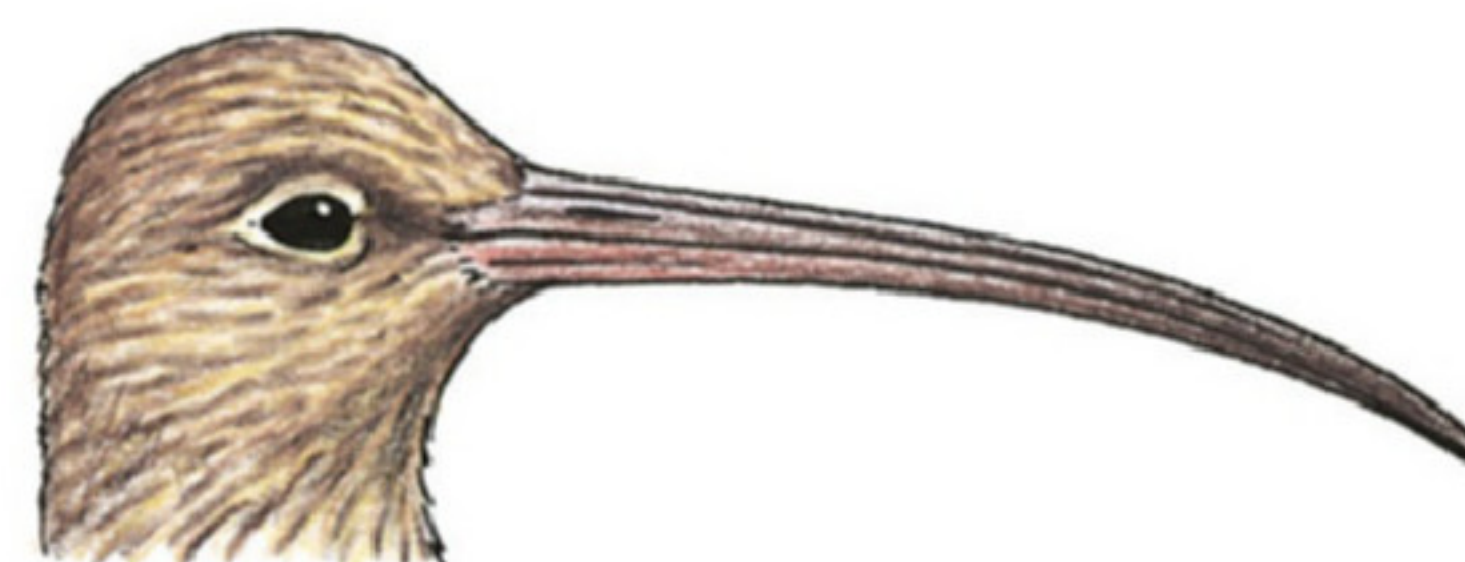
1 kegelsnavel (vink)



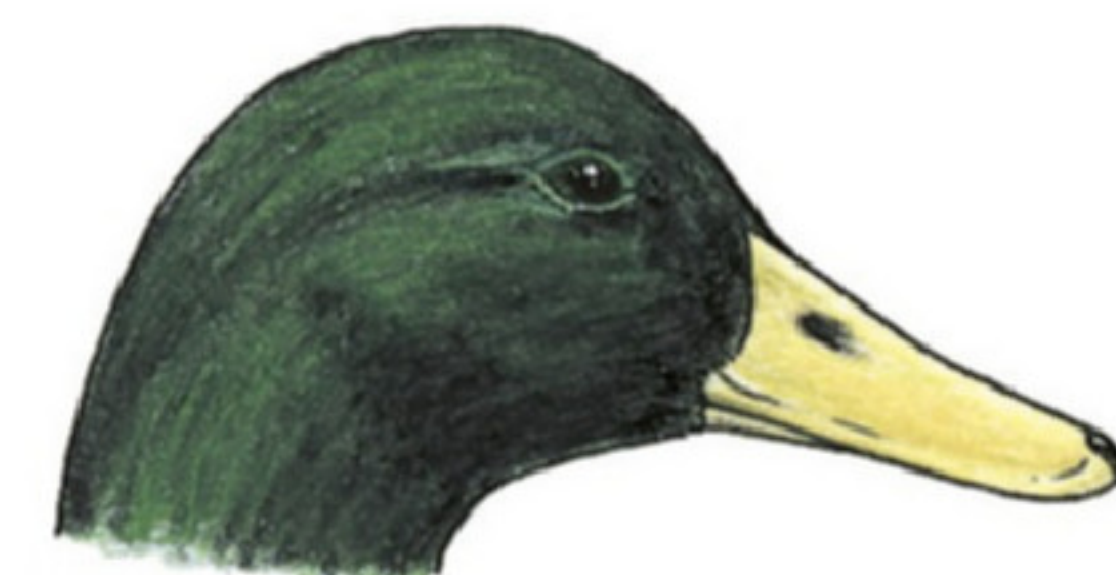
2 pincetsnavel (boomkruiper)



3 haaksnavel (buizerd)



4 priemsnavel (wulp)



5 zeefsnavel (wilde eend)

5 Aanpassingen bij planten

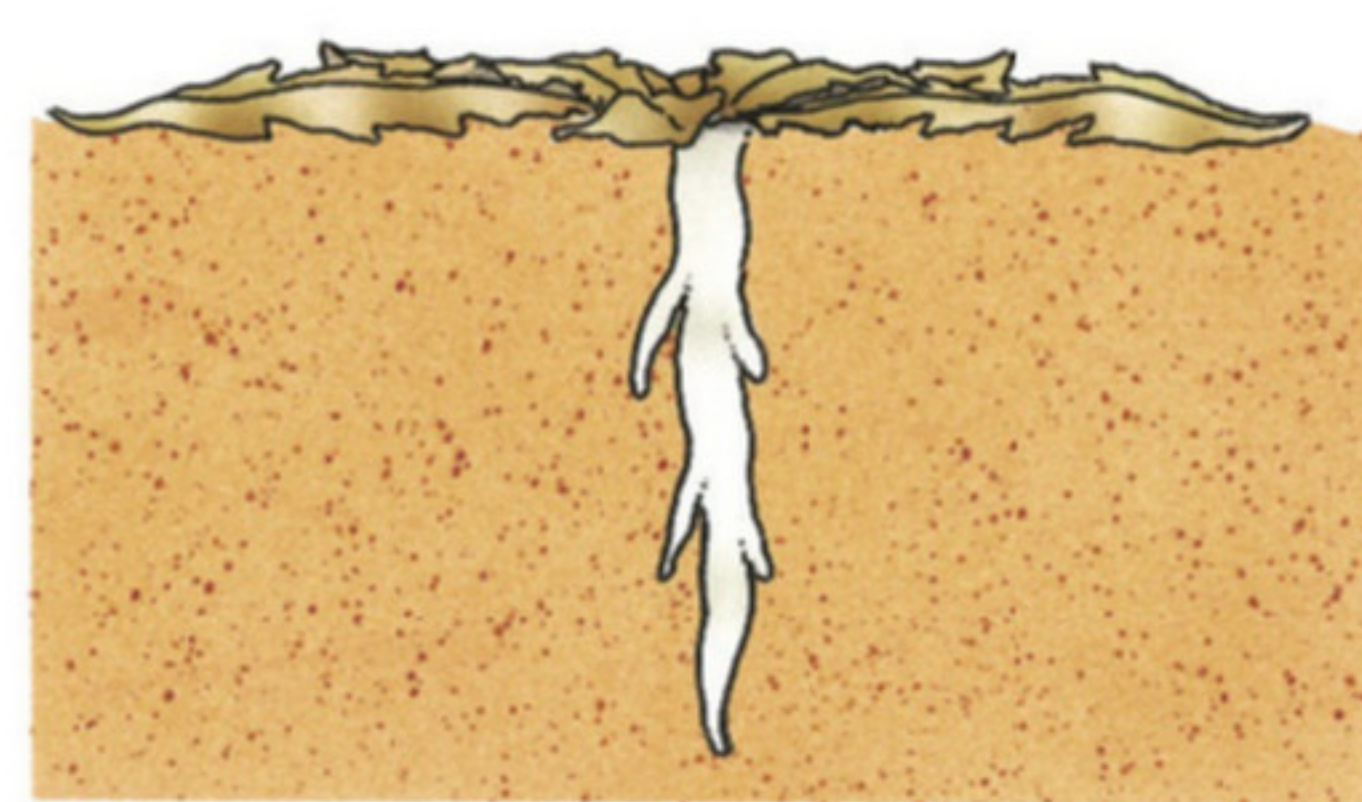
Ook planten hebben allerlei aanpassingen aan het milieu waarin ze leven. In deel 1 ben je al een aantal van deze aanpassingen tegengekomen. Je hebt bijvoorbeeld geleerd dat 's winters bij paardenbloemen de delen boven de grond afsterven. De wortel, waarin reservevoedsel is opgeslagen, overleeft de winter (zie afbeelding 24).

Je hebt ook geleerd dat veel bloemen aanpassingen hebben die bestuiving mogelijk maken (door de wind of door insecten). Vruchten en zaden kunnen aanpassingen hebben die de verspreiding ervan mogelijk maken (zie afbeelding 25).

▼ **Afb. 24** Een paardenbloem.



1 in de zomer



2 in de winter

▼ **Afb. 25** Aanpassingen van zaden en vruchten aan de verspreiding.



1 verspreiding door de wind (zaadpluis)



2 verspreiding door dieren (bessen)



3 verspreiding door de plant zelf (springzaad)

LICHT

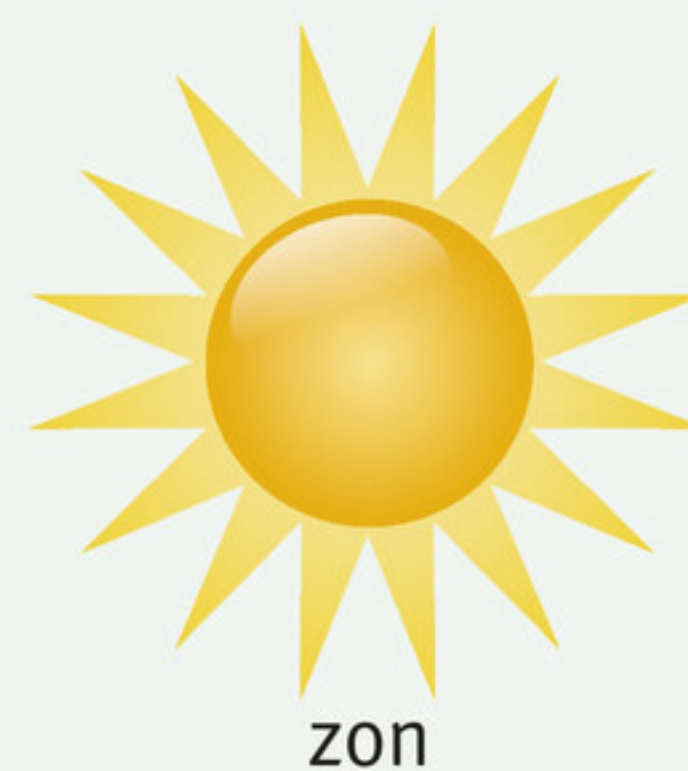
Planten hebben licht nodig voor de fotosynthese. De behoefte aan licht is niet voor iedere plant gelijk (zie afbeelding 26). **Zonplanten** groeien het beste bij veel licht. Ze komen vooral voor op plaatsen met weinig of geen schaduw, bijvoorbeeld in het open veld of in woestijnen. **Schaduwplanten** groeien het beste bij weinig licht. Ze komen voor op schaduwrijke plaatsen, bijvoorbeeld als bodembegroeiing in loofbossen. Schaduwplanten hebben vaak grote, dunne, donkergroene bladeren.

Bij veel planten heeft de hoeveelheid licht invloed op de vorming van bloemen. Schaduwplanten uit de bodembegroeiing in loofbossen bloeien vaak vroeg in het voorjaar. Ze ontvangen dan het meeste licht, doordat de bomen dan nog geen bladeren hebben. Deze planten worden **voorjaarsbloeiers** genoemd.

▼ Afb. 26

De lichtbehoefte van planten

De hoeveelheid licht waarbij planten goed groeien, verschilt van soort tot soort. In het tuincentrum staat bij de planten vaak een kaartje met daarop bijvoorbeeld een zonnetje, een zonnetje met een wolkje of twee wolkjes. Deze tekeningetjes geven aan bij welke hoeveelheid licht de planten het beste groeien.



zon



halfschaduw

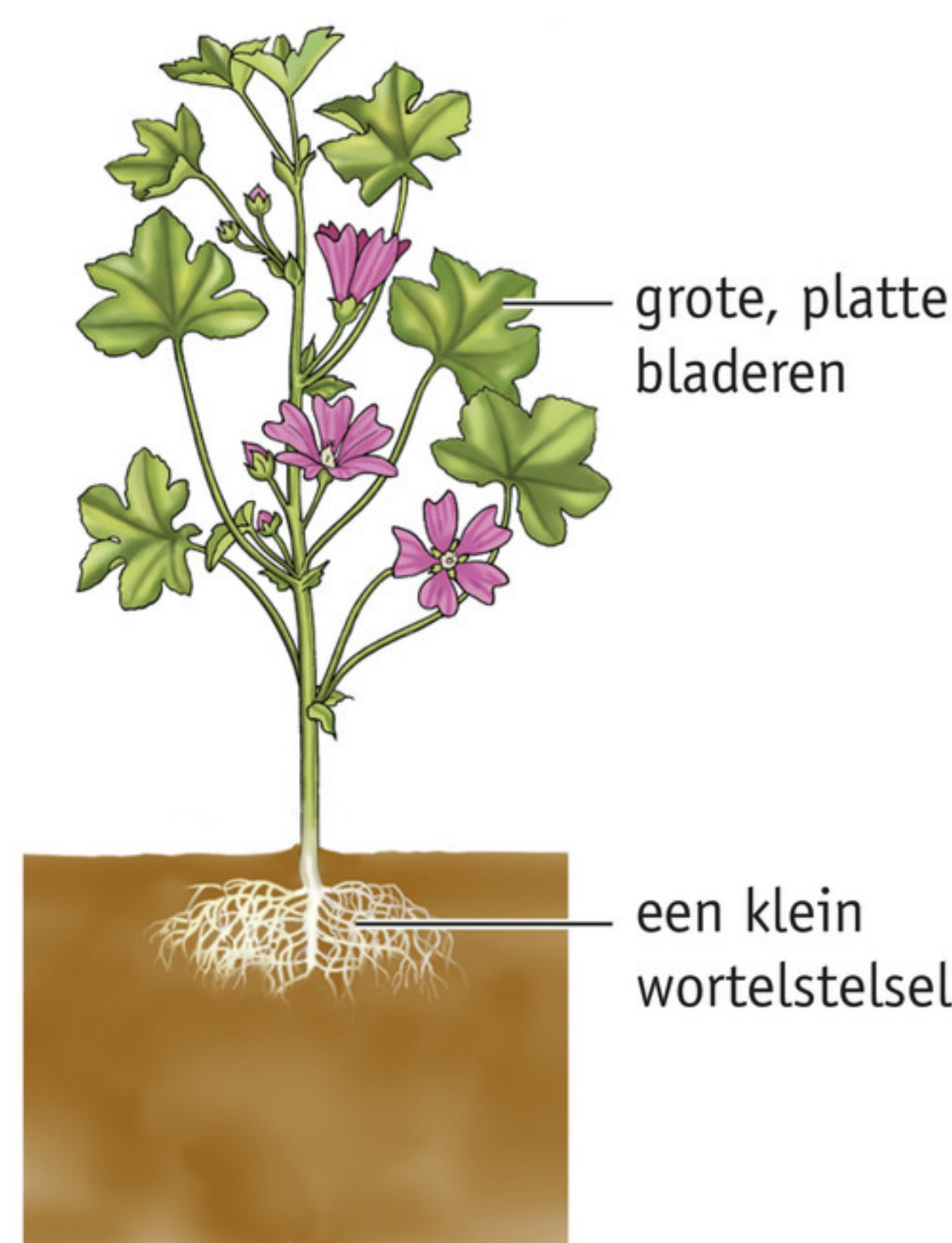


schaduw

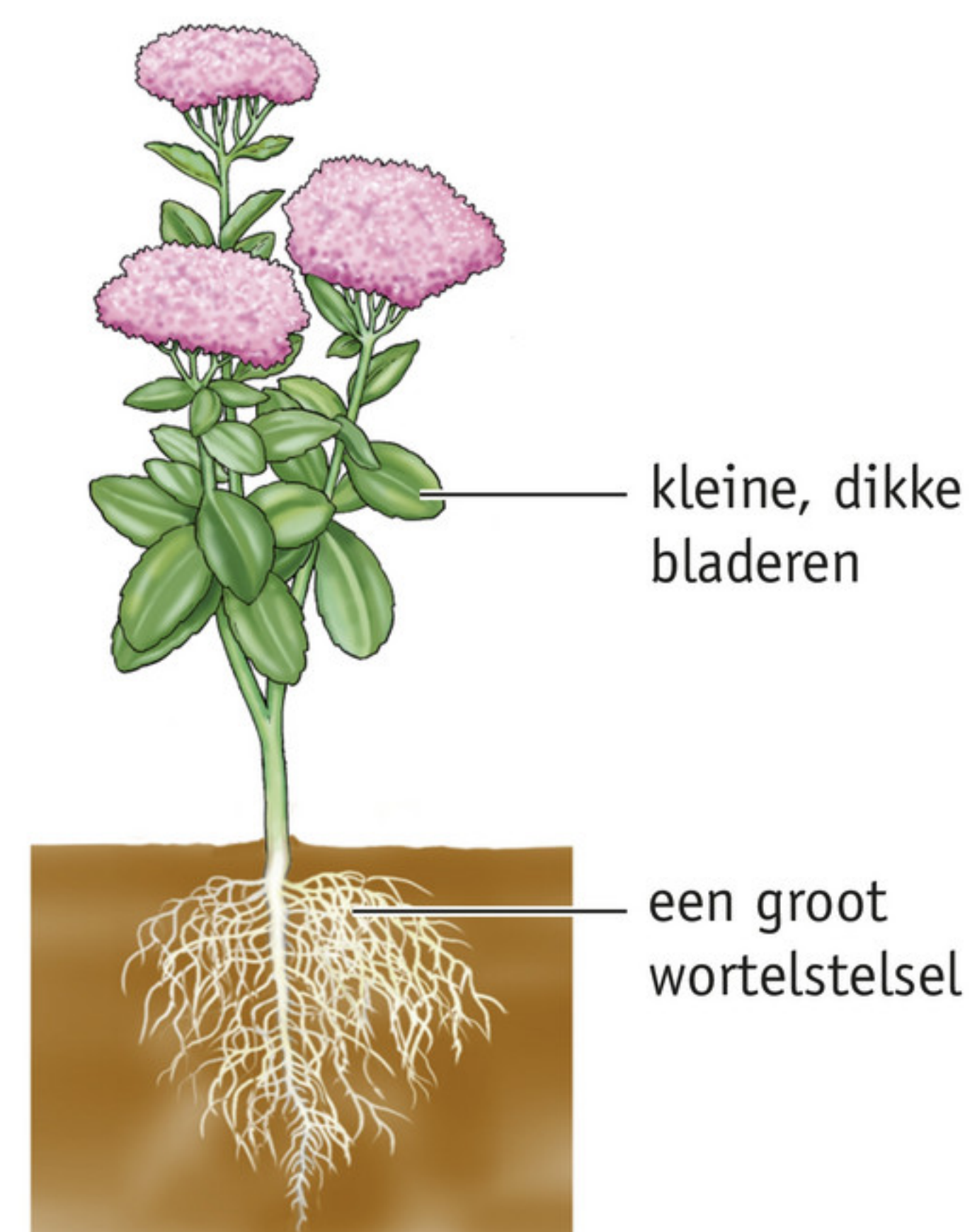
DROOGTE

Planten kunnen ook aanpassingen hebben om uitdroging tegen te gaan. In grote, platte bladeren kan veel fotosynthese plaatsvinden, maar er verdampt ook veel water. Planten die in een droog milieu staan, hebben kleine, dikke bladeren. Ze hebben meestal ook een groot wortelstelsel dat diep de grond in gaat. In een vochtige omgeving zijn zulke lange wortels niet nodig (zie afbeelding 27).

► Afb. 27 Aanpassingen bij planten tegen uitdroging.



1 een landplant in een vochtig milieu



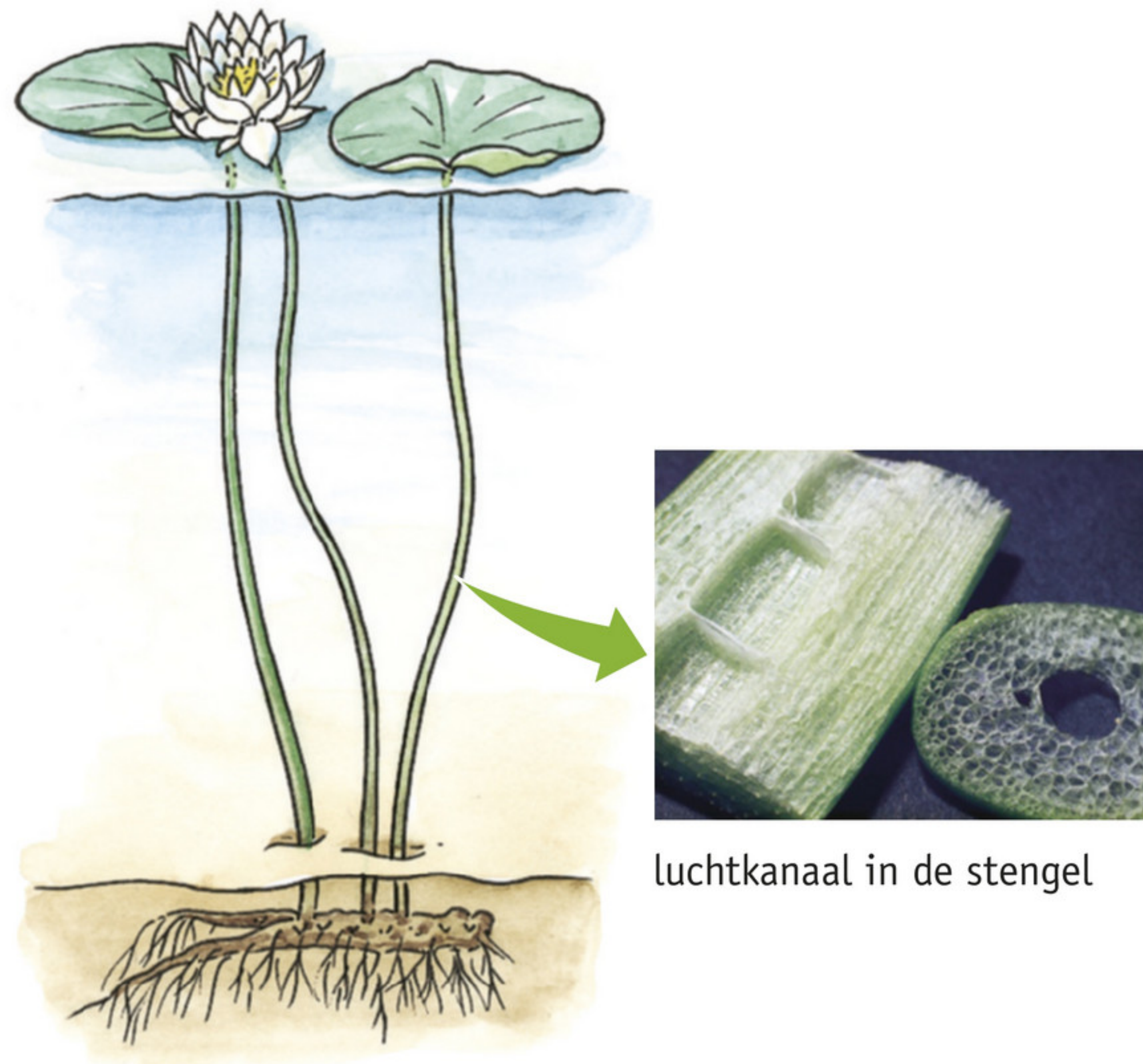
2 een landplant in een droog milieu

Voor planten die in het water leven, bestaat het gevaar van uitdroging niet. Waterplanten worden, net als waterdieren, door het water 'gedragen'. Ze hebben dan ook weinig stevige delen.

Een **waterlelie** heeft bladeren die op het water drijven (zie afbeelding 28). De stengels zijn slap en bevatten luchtkanalen. Door deze luchtkanalen kan zuurstof vanuit de bladeren de wortels bereiken. De bloemen van waterlelies steken boven het water uit.

WB OPDRACHT 20 T/M 22 BLZ. 48

► Afb. 28 Waterlelie.



6 De kringloop van water

In de basisstof heb je geleerd dat in de natuur elke stof een kringloop doorloopt. Ook water doorloopt een kringloop.

Alle organismen hebben water nodig om te kunnen leven. Je krijgt water binnen als je drinkt of eet. Water verlaat je lichaam met de urine of met zweet. In thema 1 Verbranding en ademhaling heb je geleerd dat ook als je uitademt water(damp) je lichaam verlaat.

▼ **Afb. 29** Oceanen en zeeën bedekken ongeveer 75% van het aardoppervlak.



VERDAMPING EN CONDENSATIE

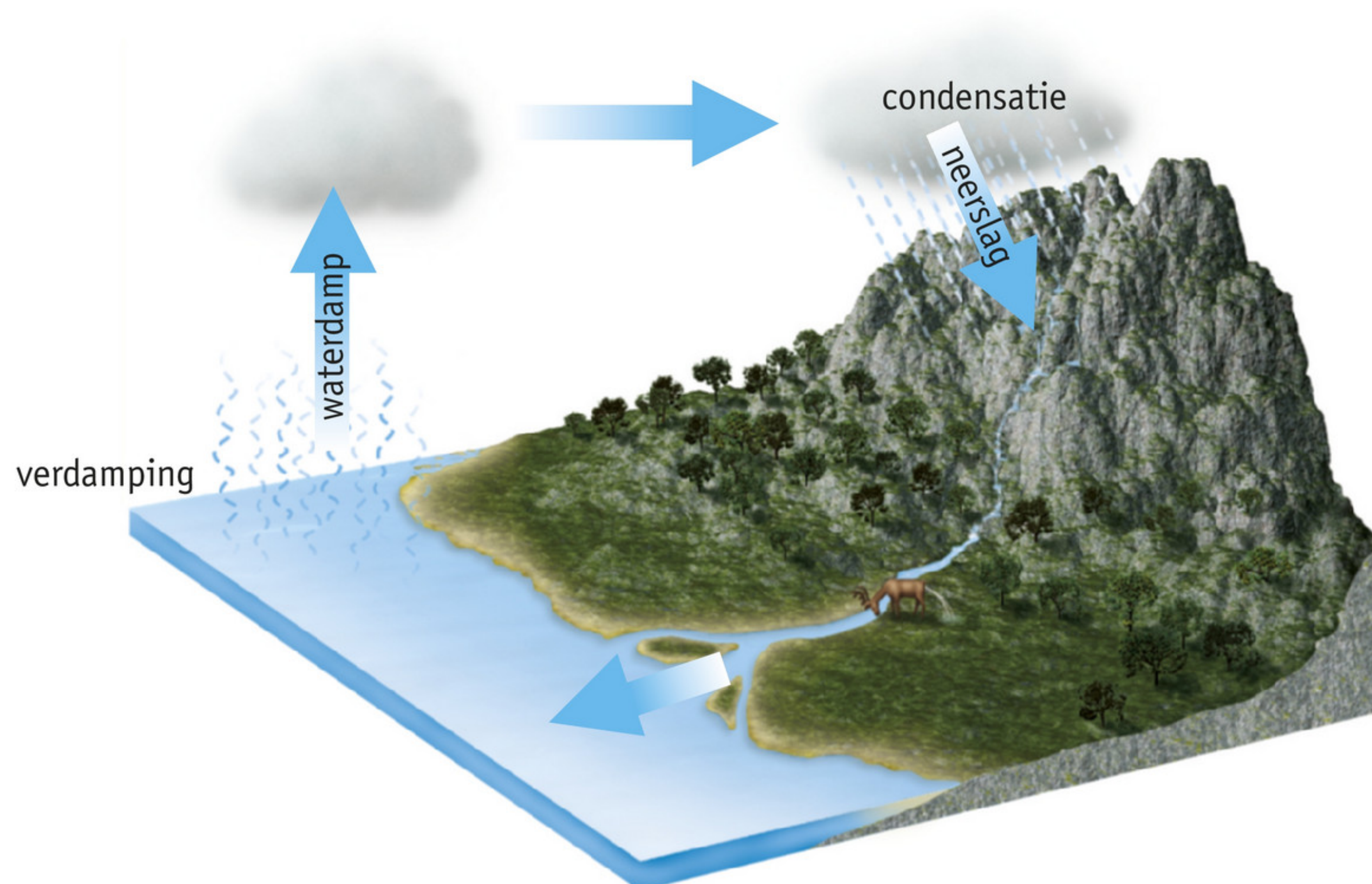
In de natuur doorloopt water een kringloop. Het meeste water bevindt zich in de oceanen en zeeën. Samen bedekken deze ongeveer 75% van het aardoppervlak (zie afbeelding 29). Het water in de oceanen en zeeën verdampt, vooral als het warm is. De **waterdamp** die ontstaat, stijgt omhoog. Het wordt dan kouder, waardoor **condensatie** plaatsvindt. De kleine waterdruppels vormen wolken. Als het nog kouder wordt, condenseert nog meer water. De kleine waterdruppels worden groter en het gaat regenen. Als de lucht erg koud is, kunnen sneeuwvlokken of hagelstenen ontstaan.

NEERSLAG

Het water dat uit de oceanen en zeeën is verdampt keert terug op het aardoppervlak door **neerslag** (regen, sneeuw of hagel). Er ontstaan rivieren en het water stroomt terug naar de oceanen en zeeën. Zo is de kringloop van water compleet (zie afbeelding 30).

WB OPDRACHT 23 BLZ. 50

▼ **Afb. 30** De kringloop van water.



7 De kringloop van koolstof

Ook koolstof doorloopt in de natuur een kringloop. In afbeelding 31 is de koolstofkringloop schematisch weergegeven. In deze afbeelding zie je hoe koolstof voorkomt in de lucht, in planten, in dieren en in bacteriën en schimmels.

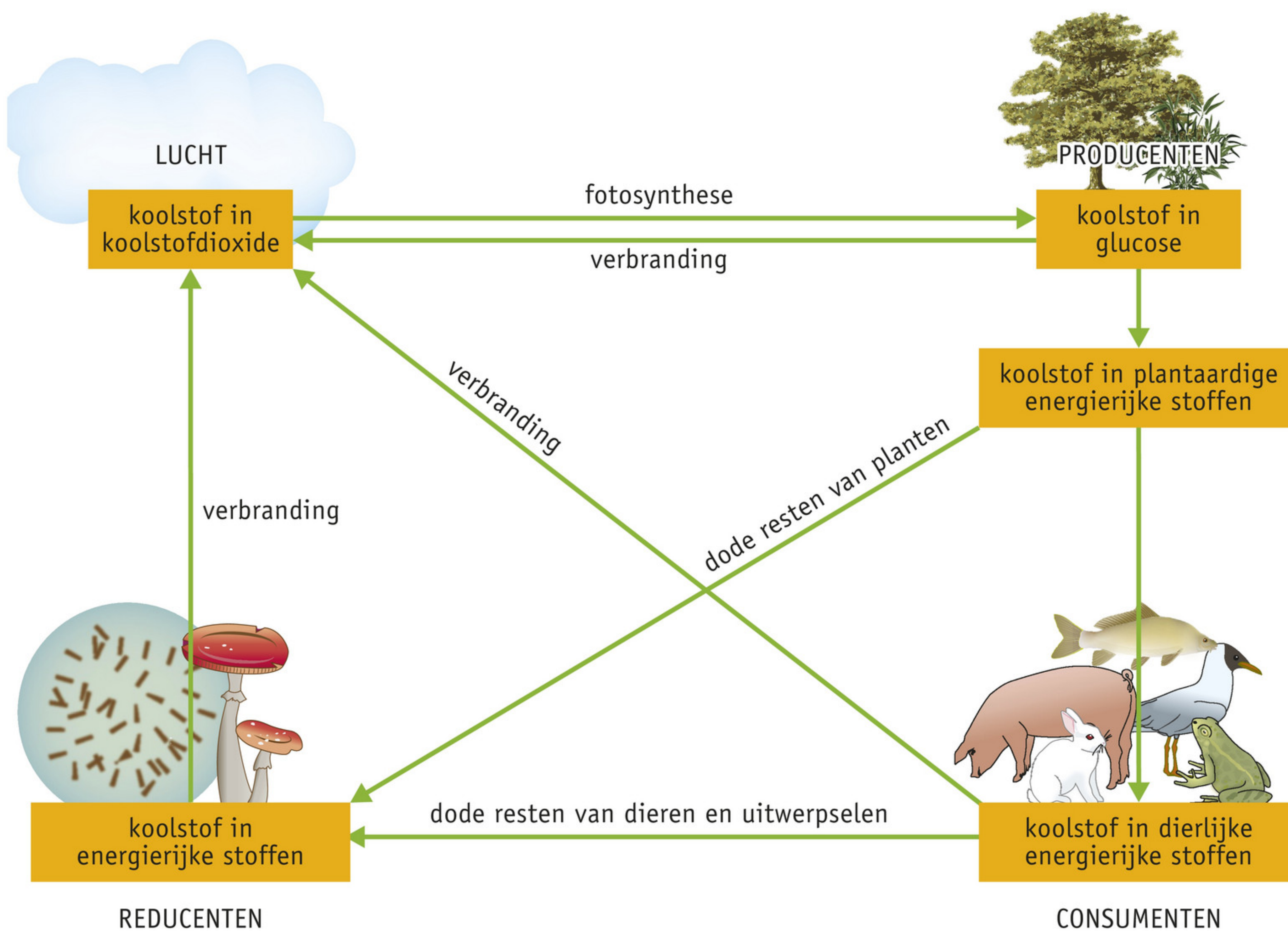
ENERGIERIJKE STOFFEN

In de lucht komt koolstof voor in **koolstofdioxide**. Planten (producenten) nemen koolstofdioxide uit de lucht op. Planten hebben koolstofdioxide nodig voor de fotosynthese. Hierbij wordt koolstofdioxide verbruikt en ontstaat **glucose**. De koolstof komt dan voor in de gevormde glucose.

Glucose is een energierijke stof. In thema 1 Verbranding en ademhaling heb je geleerd dat glucose in je lichaam wordt verbruikt bij de verbranding. De energie uit de glucose komt dan vrij. Deze energie heb je nodig voor allerlei levensprocessen, zoals bewegen of je lichaamstemperatuur handhaven. Ook bij planten vindt verbranding plaats. Een deel van de glucose die bij de fotosynthese is ontstaan, wordt verbruikt bij de verbranding. Hierbij ontstaat onder andere koolstofdioxide. Planten kunnen dit koolstofdioxide direct weer gebruiken voor de fotosynthese of afgeven aan de lucht.

Een ander deel van de gevormde glucose wordt omgezet in allerlei andere **energierijke stoffen**, zoals koolhydraten, eiwitten en vetten.

▼ Afb. 31 De koolstofkringloop (schematisch).



KOOLSTOFDIOXIDE KOMT TERUG IN DE LUCHT

Als een plant wordt gegeten door een dier, komen de energierijke stoffen van planten in het dier terecht. Een deel van deze stoffen wordt als brandstof verbruikt bij de verbranding in het lichaam van het dier. Hierbij ontstaat weer koolstofdioxide, dat aan de lucht wordt afgegeven.

Een ander deel van de energierijke stoffen van de planten wordt gebruikt als bouwstoffen. De plantaardige stoffen worden dan omgezet in dierlijke stoffen (koolhydraten, eiwitten en vetten).

Ten slotte wordt ook een deel van de plantaardige stoffen niet verteerd. Dit deel verlaat het lichaam van het dier met de uitwerpselen (zie afbeelding 32). Een dier kan op zijn beurt worden gegeten door een ander dier of door een mens. Zo kan de koolstof van het ene organisme terechtkomen in een ander organisme.

Planten en dieren sterven ook zonder te worden gegeten. De stoffen in de dode resten van organismen en in de uitwerpselen van dieren worden door bacteriën en schimmels (reducenten) opgenomen. Bacteriën en schimmels verbruiken het grootste deel van de opgenomen energierijke stoffen als brandstoffen bij de verbranding. Hierbij ontstaat weer koolstofdioxide, dat aan de lucht wordt afgegeven (zie afbeelding 33).

WB OPDRACHT 24 T/M 26 BLZ. 51

▼ Afb. 32



▼ Afb. 33 Door de afbraak van reducenten komt weer koolstofdioxide in de lucht.



Samenvatting

DOELSTELLING 1

Je moet weten wat biotische en abiotische factoren zijn.

- Biotische factoren: invloeden die afkomstig zijn van andere organismen.
 - Bijv. soortgenoten, roofdieren, ziekteverwekkers.
- Abiotische factoren: invloeden die afkomstig zijn van de levenloze natuur.
 - Bijv. temperatuur, licht, wind, regenval, bodemgesteldheid.

DOELSTELLING 2

Je moet de niveaus van de ecologie kunnen beschrijven.

- Individu: één enkel organisme.
- Populatie: een groep individuen van dezelfde soort in een bepaald gebied, die zich onderling voortplanten.
- Levensgemeenschap: alle populaties die in een ecosysteem leven.
- Ecosysteem: een bepaald gebied, waarbinnen de biotische en de abiotische factoren een eenheid vormen.

DOELSTELLING 3

Je moet een voedselketen kunnen opstellen.

- Voedselketen: een reeks soorten, waarbij elke soort voedselbron is voor de volgende soort.
 - Een voedselketen bestaat uit schakels.
 - Elke voedselketen heeft een plantensoort als eerste schakel.
 - De tweede schakel bestaat uit planteneters.
 - De andere schakels (derde, vierde, enzovoort) bestaan uit vleeseters.

DOELSTELLING 4

Je moet een voedselweb kunnen opstellen.

- Voedselweb (voedselnet): het geheel van voedselrelaties in een ecosysteem.
 - In een voedselweb komen meerdere voedselketens voor.
 - Alleseters: dieren die zowel planten als dieren eten.

DOELSTELLING 5

Je moet de kringloop van stoffen kunnen beschrijven en daarin producenten, consumenten en reducenten kunnen onderscheiden.

- Producenten: leveren het voedsel voor alle andere organismen.
 - Planten zijn producenten. In de groene delen van planten vindt fotosynthese plaats.
- Consumenten: eten de stoffen die door planten zijn gemaakt.
 - Consumenten van de eerste orde worden gegeten door consumenten van de tweede orde, en die weer door consumenten van de derde orde, enz.
 - Tot de consumenten behoren planteneters, vleeseters, alleseters en afvaleters.
 - Dieren zijn consumenten.
- Reducenten: ruimen de dode resten van organismen op.
 - Hierdoor komen weer voedingsstoffen vrij voor de producenten.
 - Reducenten maken de kringloop van stoffen in een ecosysteem compleet.
 - Bacteriën en schimmels zijn reducenten.

DOELSTELLING 6

Je moet kunnen aangeven hoe de grootte van een populatie wordt beïnvloed door biotische en abiotische factoren.

- Biologisch evenwicht: een toestand waarin de grootte van elke populatie in een ecosysteem schommelt om een bepaalde waarde.
- De populatiegrootte is afhankelijk van de biotische en abiotische factoren.
 - De abiotische factoren temperatuur, licht, lucht (wind) en water (neerslag) vormen samen het klimaat.
 - Voor elke abiotische factor kunnen de groei- en voortplantingskansen van de populatie in een optimumkromme worden weergegeven.

DOELSTELLING 7

Je moet bij dieren aanpassingen aan het milieu kunnen beschrijven.

- Aanpassingen bij dieren om de weerstand van het water zo klein mogelijk te maken.
 - Het lichaam is gestroomlijnd.
 - Bij vissen zijn de schubben bedekt met een laag slijm.
- Aanpassingen bij dieren om hun eigen gewicht te dragen.
 - Stevige poten en een zwaar skelet.

- Aanpassingen bij zoogdieren aan de ondergrond.
 - Zoolgangers: lopen op de hele voetzool (bijv. apen, beren).
 - Teengangers: lopen op de hele tenen (bijv. honden, katten).
 - Topgangers (hoefgangers): lopen op de toppen van de tenen (bijv. paarden, herten).
- Aanpassingen bij de poten van vogels.
 - Veel vogels hebben drie tenen naar voren en één teen naar achteren (bijv. zangvogels). Hierdoor kunnen ze zich vastklemmen aan takken.
 - Roofvogels en uilen hebben scherpe klauwen.
 - Loopvogels hebben geen teen naar achteren.
 - Watervogels hebben zwemvliezen tussen de tenen (bijv. eenden).
 - Steltlopers hebben lange poten.
- Aanpassingen bij de snavels van vogels.
 - Kegelsnavel: bij zangvogels die zaden eten.
 - Pincetsnavel: bij zangvogels die insecten eten.
 - Haaksnavel: bij roofvogels en uilen.
 - Priemsnavel: bij vogels die bodemdiertjes eten (bijv. steltlopers).
 - Zeefsnavel: bij vogels die kleine plantjes en diertjes uit het water zeven (bijv. eenden).

DOELSTELLING 8

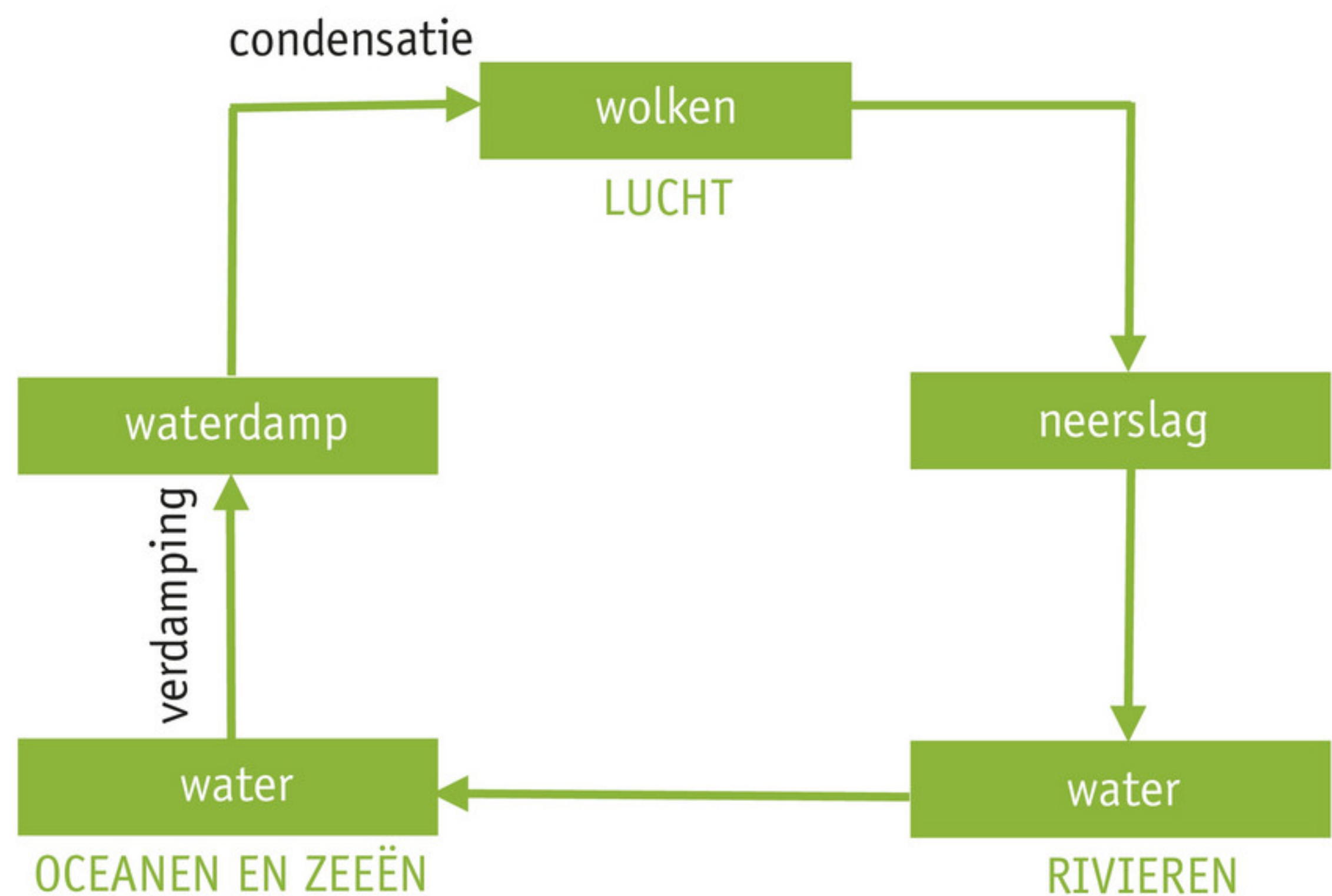
Je moet bij planten aanpassingen aan het milieu kunnen beschrijven.

- Aanpassingen bij planten aan de hoeveelheid licht.
 - Zonplanten: groeien het beste bij veel licht (bijv. in het open veld).
 - Schaduwplanten: groeien het beste bij weinig licht (bijv. op de bodem van een loofbos).
 - Voorjaarsbloeiers: op de bodem van een loofbos bloeien veel schaduwplanten vroeg in het voorjaar, doordat de hoeveelheid licht dan het grootst is.
- Aanpassingen bij landplanten die in een vochtig milieu leven.
 - Grote, platte bladeren.
 - Een zwak ontwikkeld wortelstelsel.
- Aanpassingen bij landplanten die in een droog milieu leven.
 - Kleine, dikke bladeren (bij cactussen: stekels of harde haren).
 - Soms opslag van water in de stengels (bijv. bij cactussen).
 - Een sterk ontwikkeld wortelstelsel.
- Aanpassingen bij waterplanten.
 - De stengels zijn slap.
 - De stengels kunnen luchtkanalen bevatten (bijv. bij waterlelies).

EXTRA DOELSTELLING 9

Je moet de kringloop van water kunnen beschrijven.

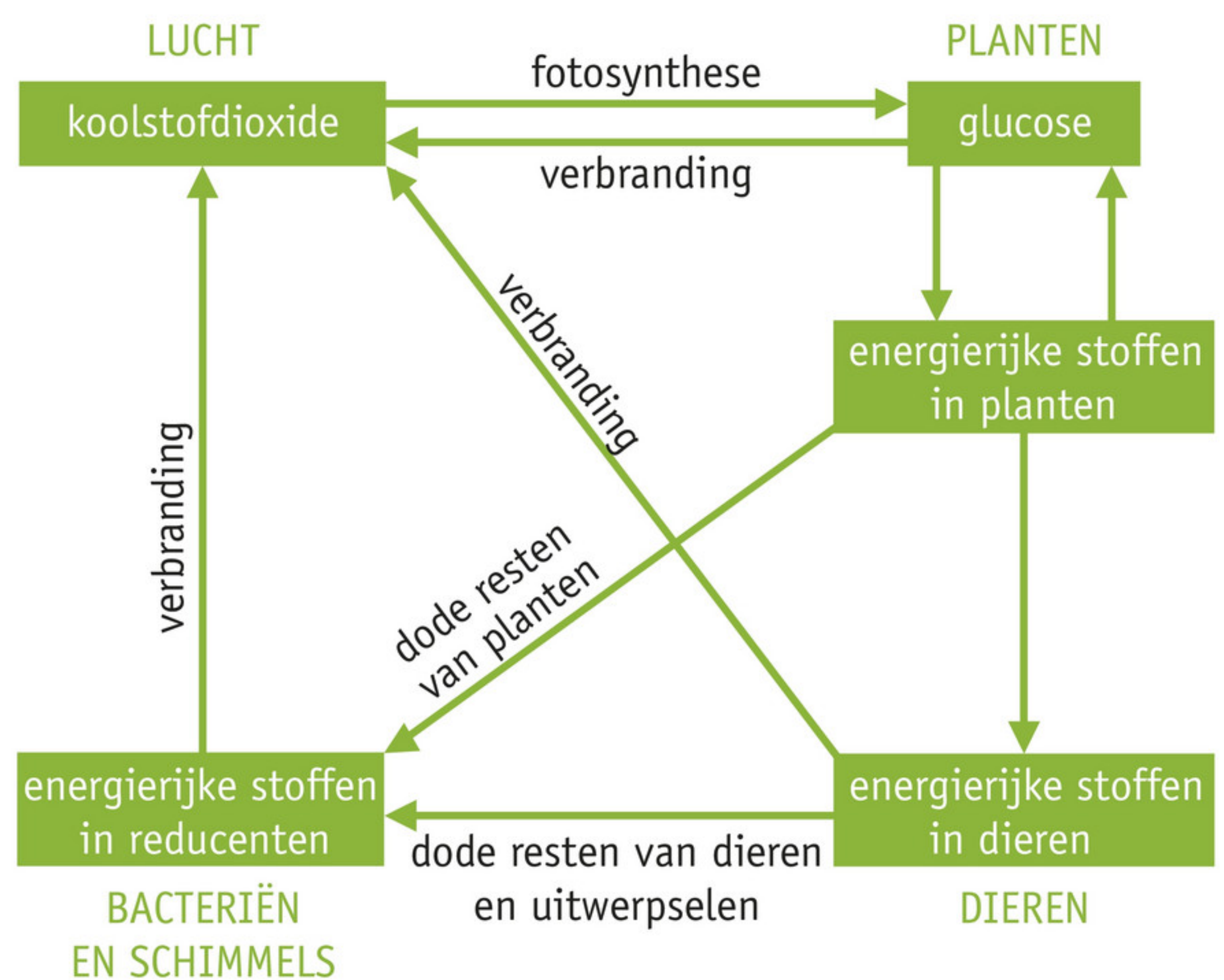
▼ **Afb. 34** De kringloop van water.



EXTRA DOELSTELLING 10

Je moet de kringloop van koolstof kunnen beschrijven.

▼ **Afb. 35** De kringloop van koolstof.



COMPETENTIES/VAARDIGHEDEN

BASISSTOF

- Je hebt geoefend in het halen van informatie uit artikelen.
- Je hebt geoefend in het aflezen van diagrammen.

Over deze competenties/vaardigheden zijn geen vragen opgenomen in de diagnostische toets.

Diagnostische toets

Met behulp van deze toets kun je zelf controleren of je 'kent en kunt' wat in de samenvatting staat. Noteer de antwoorden op het scoreblad in je werkboek.

DOELSTELLING 1

In afbeelding 36 is een artikel weergegeven over merantibomen. In dit artikel worden enkele factoren genoemd die van invloed zijn op de overlevingskansen van de kiemplanten van merantibomen.

- 1 Noem twee biotische factoren voor kiemplanten van merantibomen, die in het artikel worden genoemd.
- 2 Noem twee abiotische factoren die in het artikel worden genoemd.

▼ Afb. 36

Merantibomen

Merantibomen zijn woudreuzen die onder andere groeien in de tropische regenwouden van Indonesië. Deze bomen bloeien eens in de vier jaar en produceren dan gevleugelde vruchten. De vleugels zorgen ervoor dat de wind de vruchten kan verspreiden.

Doordat in het oerwoud op de bosbodem bijna geen licht doordringt, blijven de meeste kiemplanten niet lang in leven. Alleen vlak bij volwassen merantibomen blijven de kiemplanten in leven.

Uit onderzoek is gebleken dat vlak bij volwassen merantibomen bepaalde schimmels in de bosbodem voorkomen. Deze schimmels voeden zich met suikers uit de wortels van de merantibomen. Ze geven deze suikers ook door aan de kiemplanten die daar vlakbij staan. Deze kiemplanten kunnen daardoor wel overleven.



DOELSTELLING 2

Kruis aan of de volgende omschrijvingen een individu, een populatie, een levensgemeenschap of een ecosysteem weergeven.

- 1 Een bos.
- 2 Alle bosanemonen in een bos.
- 3 Een hert in een bos (zie afbeelding 37).
- 4 Alle organismen in een bos samen.

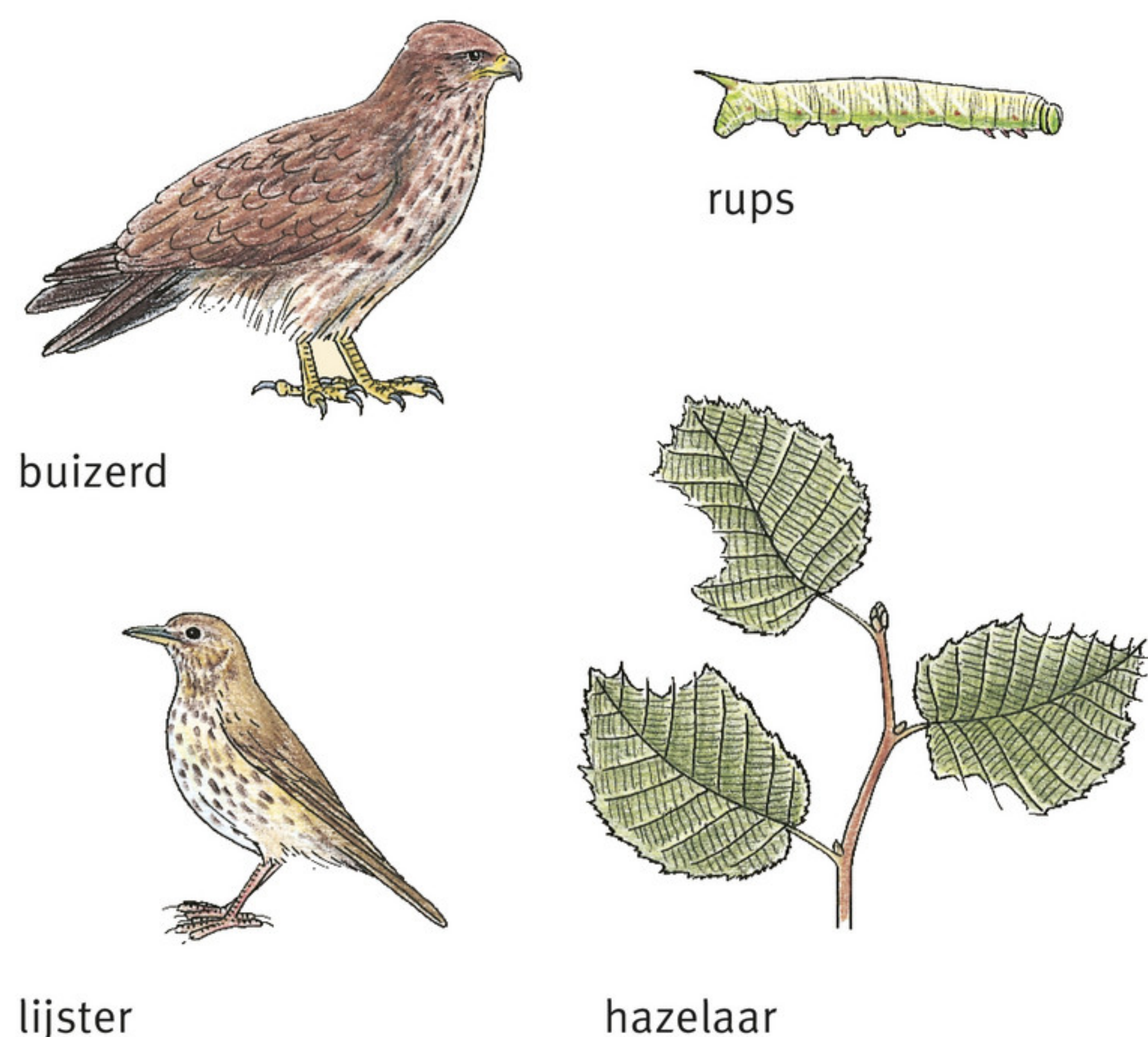
▼ Afb. 37



DOELSTELLING 3

- 1 In afbeelding 38 zijn vier soorten organismen getekend. In je werkboek is een schema van een voedselketen getekend. Vul in dit schema de soorten organismen van afbeelding 38 op de juiste plaats in.

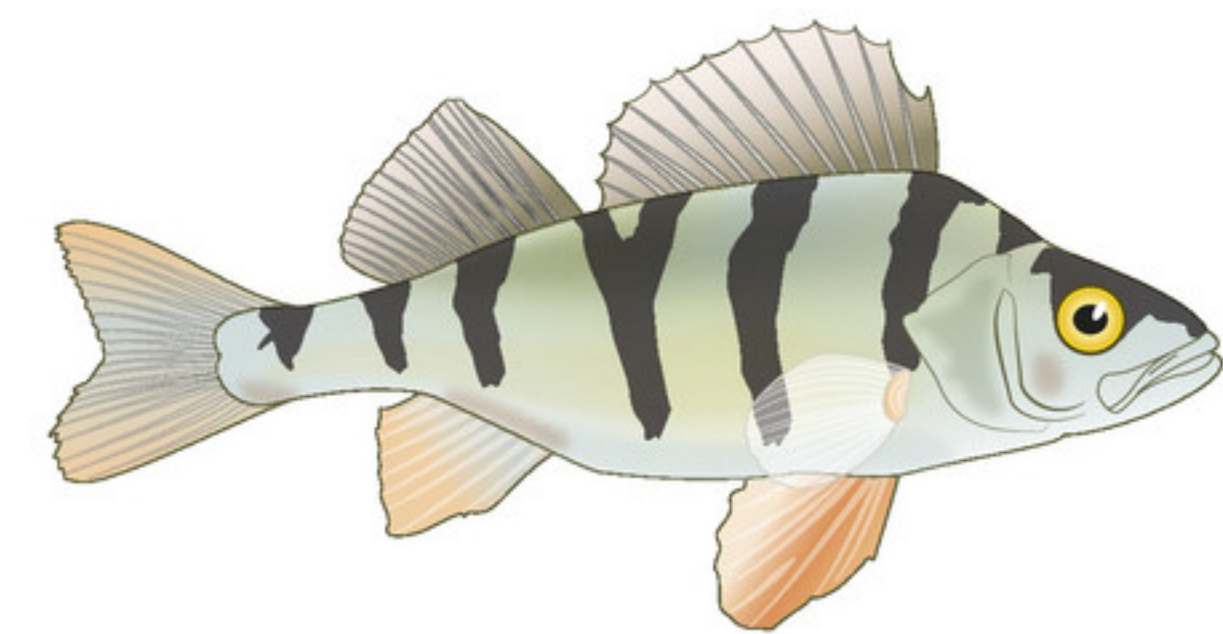
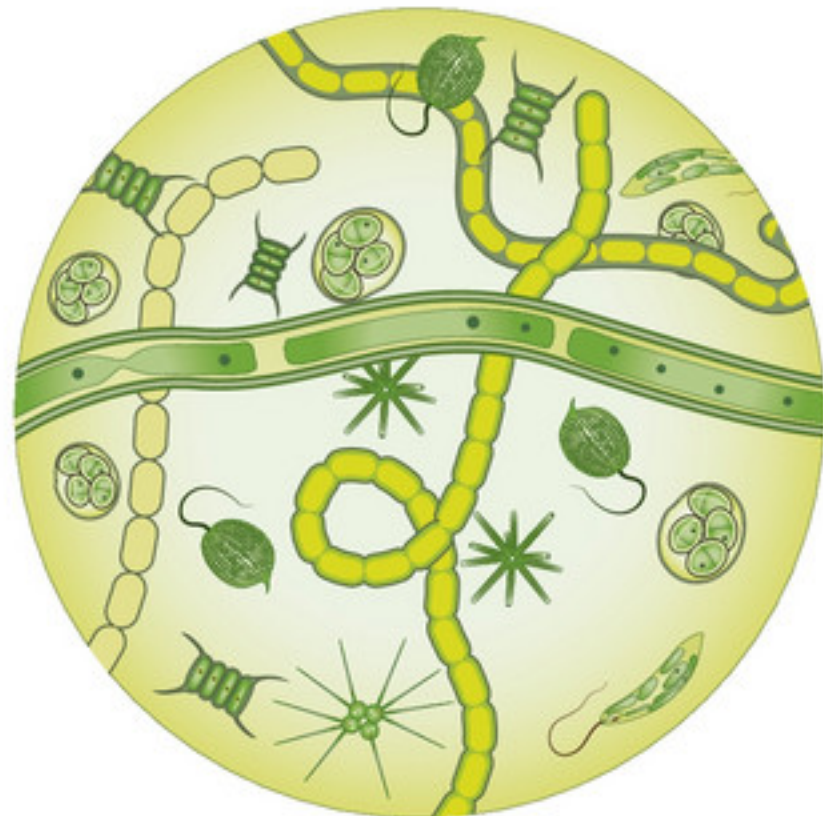
▼ Afb. 38



DOELSTELLING 4

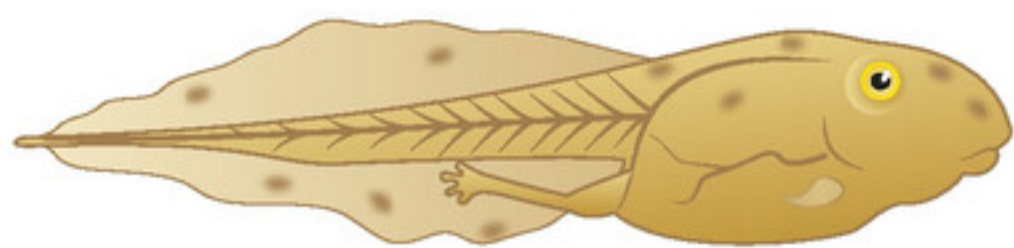
In je werkboek is een schema van een voedselweb getekend.
Vul in dit schema de organismen van afbeelding 39 op de juiste plaats in.

▼ Afb. 39

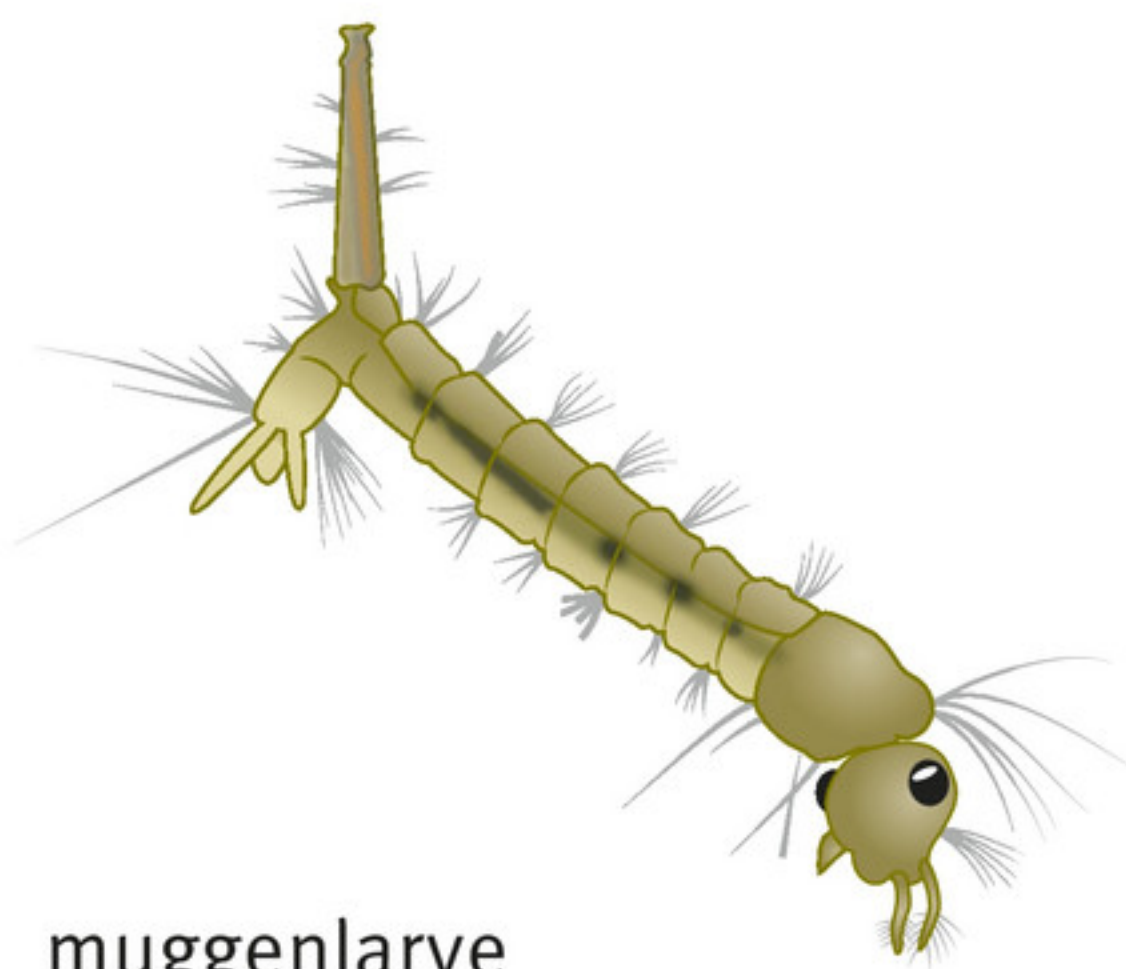


baars

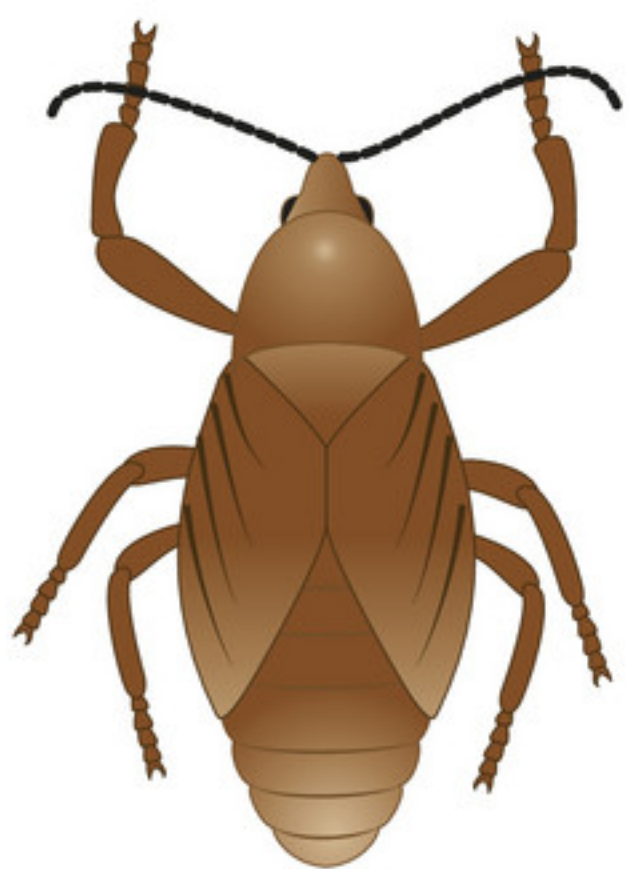
alg



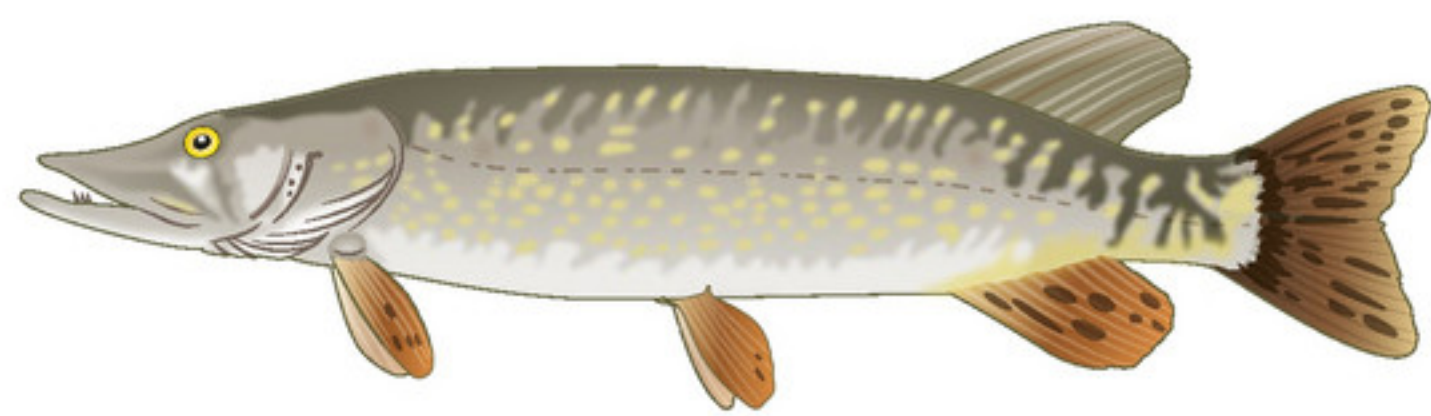
kikkervisje



muggenlarve



waterkever



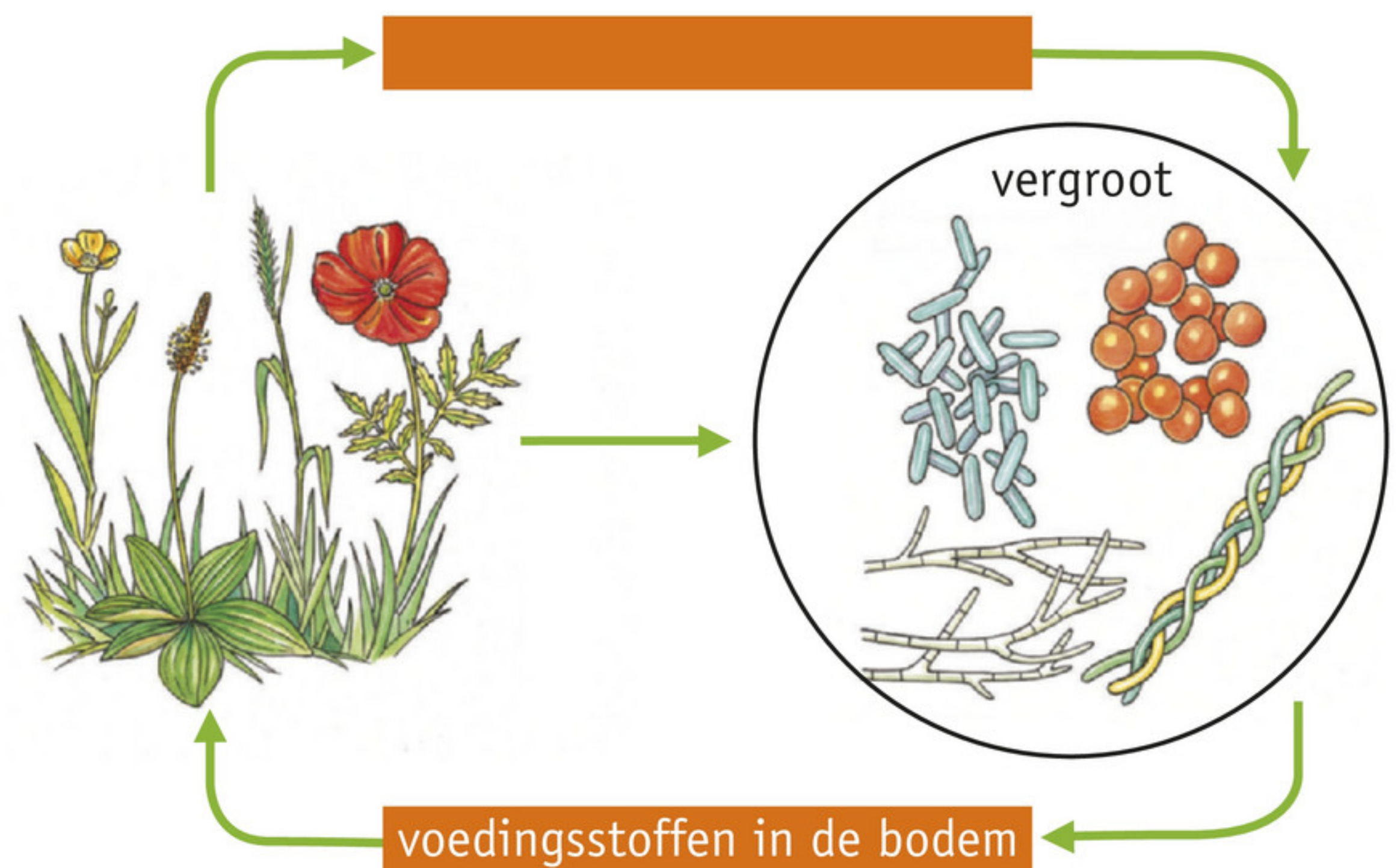
snoek

DOELSTELLING 5

Beantwoord de volgende meerkeuzevragen.

- Afhankelijk van hun voedselkeuze kunnen bij dieren alleseters, planteneters en vleeseters worden onderscheiden.
Welke van deze groepen dieren behoren in de kringloop van stoffen tot de consumenten?
A Alleen de planteneters.
B Alleen de alleseters en de vleeseters.
C De alleseters, de planteneters en de vleeseters.
- In afbeelding 40 is een kringloop van stoffen schematisch getekend.
Wat moet in het lege vak staan om de kringloop compleet te maken?
A Een bacterie.
B Een dier.
C Een plant.

▼ Afb. 40



- Door welke groep organismen wordt voedsel voor alle andere organismen geproduceerd?
A Door dieren.
B Door mensen.
C Door planten.

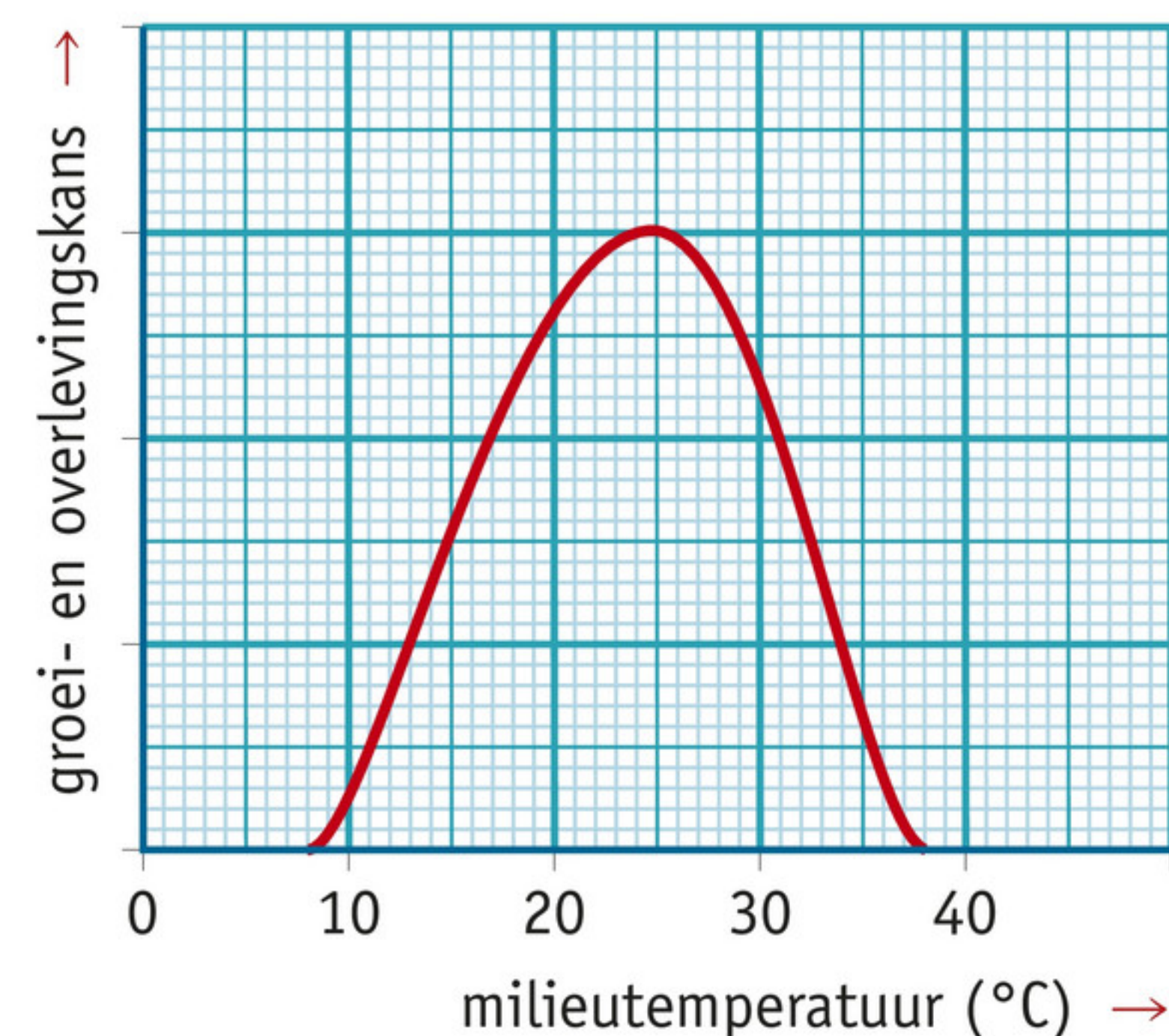
DOELSTELLING 6

Beantwoord de volgende tweekeuzevragen.
In afbeelding 41 zie je een kanaalmeerval en de invloed van de temperatuur op de populatiegrootte van de kanaalmeerval. Gebruik afbeelding 41 bij de vragen 1 en 2.

▼ Afb. 41



1 kanaalmeerval



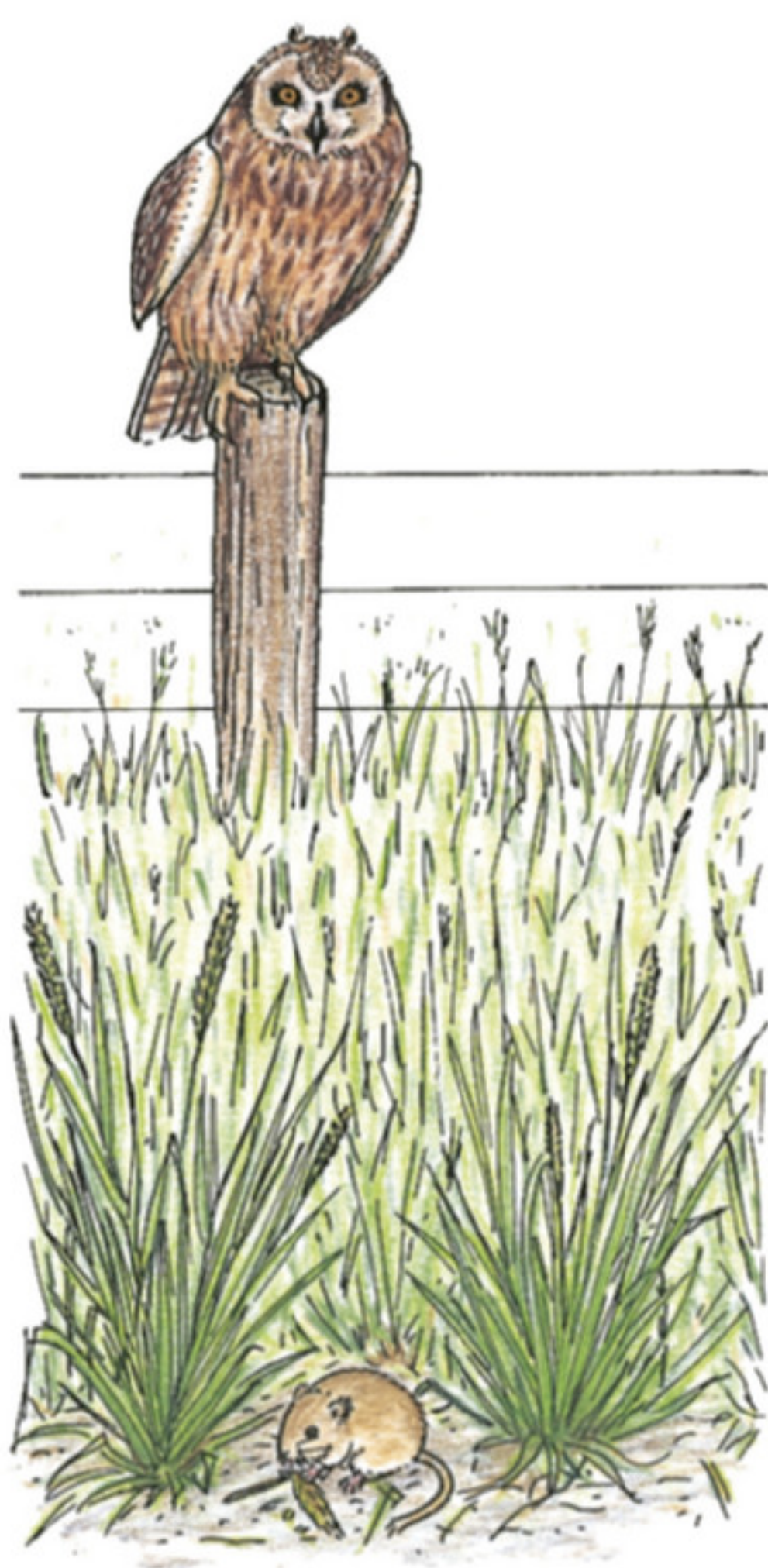
- de invloed van de temperatuur op de populatiegrootte van de kanaalmeerval

- 1 Wat is de maximumtemperatuur voor de kanaalmeerval?
 - A 25 °C
 - B 37 °C
- 2 Bij welke temperatuur zijn de groei- en voortplantingskansen voor kanaalmeervallen het grootst?
 - A 25 °C
 - B 37 °C

In afbeelding 42 is een grasland weergegeven met enkele organismen die erin voorkomen. Gedurende enkele zomers is het erg droog. Daardoor komt er steeds minder gras in het gebied van afbeelding 42.

- 3 Hoe zal hierdoor het aantal veldmuizen in dit gebied veranderen?
 - A Het aantal veldmuizen zal groter worden.
 - B Het aantal veldmuizen zal kleiner worden.
- 4 Hoe zal hierdoor het aantal velduilen in dit gebied veranderen?
 - A Het aantal velduilen zal groter worden.
 - B Het aantal velduilen zal kleiner worden.

▼ Afb. 42



Gebruik bij de vragen 5 en 6 afbeelding 43.

- 5 Als dood hout en takken weer worden opgeruimd, zal het aantal konijnen dan afnemen of toenemen?
 - A Het aantal konijnen zal afnemen.
 - B Het aantal konijnen zal toenemen.

- 6 Is er in de Biesbosch een biologisch evenwicht als het aantal bunzingen, muizen, hazen en konijnen ieder jaar ongeveer even groot is?
 - A Ja.
 - B Nee.

▼ Afb. 43

Bunzingen in de Biesbosch

In de Biesbosch komen de laatste jaren steeds meer bunzingen voor. Dit is het gevolg van beheer waarbij hout en takken in de bossen niet worden opgeruimd. De bunzingen zitten graag in hopen dood hout. Zij vinden daarin onder meer nestgelegenheid. Bunzingen eten muizen, hazen en konijnen. Door de houtbergen is de ruimte voor gras minder geworden. Toch is er nog wel ruimte over voor de grassen waar de muizen, hazen en konijnen van leven.



DOELSTELLING 7

Beantwoord de volgende meerkeuzevragen.

- 1 Ad en Ton vergelijken landdieren met waterdieren. Ad zegt dat een gestroomlijnd lichaam een aanpassing is aan het voortbewegen op het land. Ton zegt dat waterdieren meer aanpassingen bezitten om hun eigen lichaamsgewicht te dragen. Wie heeft (hebben) gelijk?
 - A Geen van beiden heeft gelijk.
 - B Alleen Ad heeft gelijk.
 - C Alleen Ton heeft gelijk.

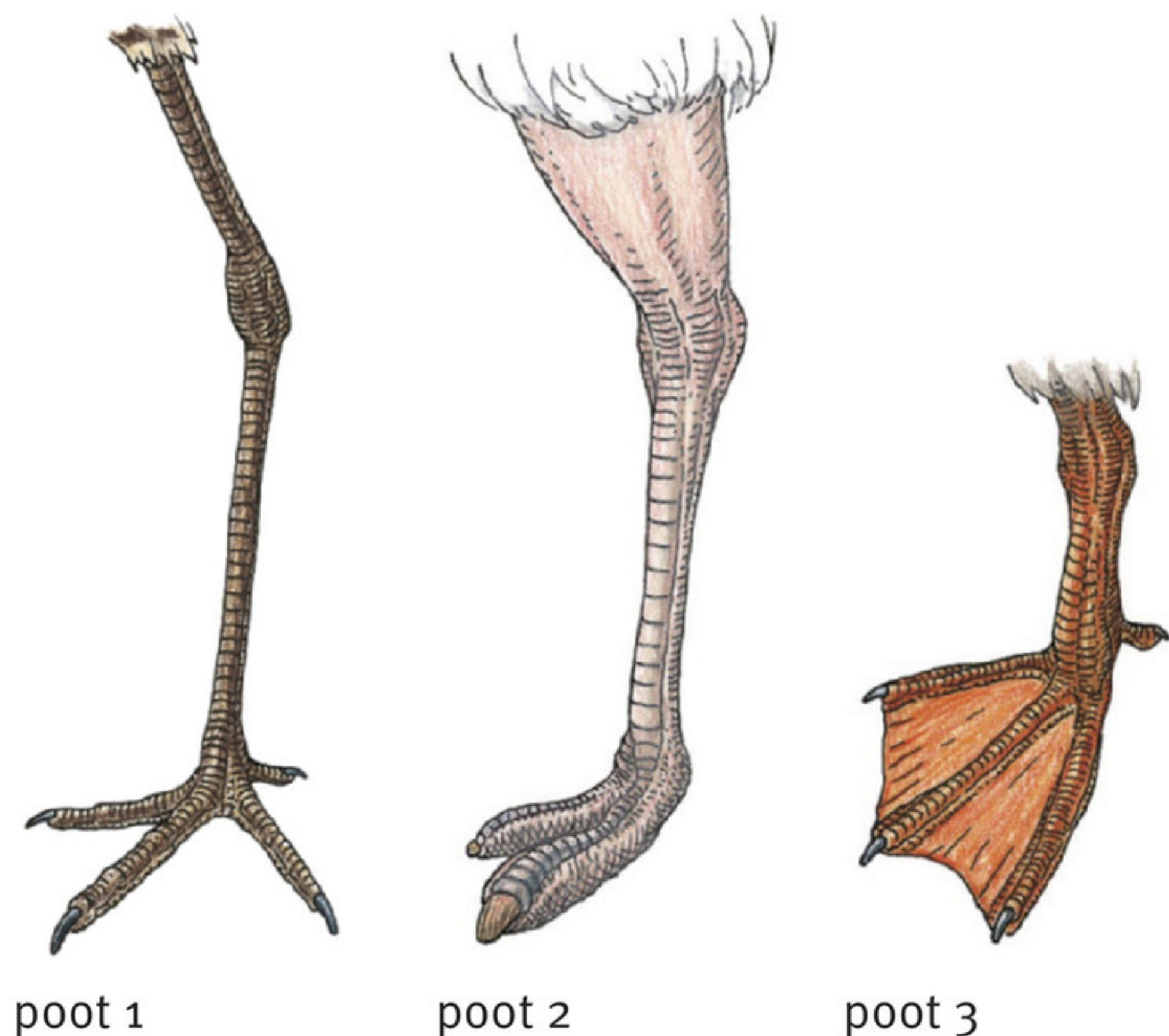
- 2 In afbeelding 44 zie je de poot van een zebra. Is een zebra een hoefganger, een teenganger of een zoolganger?
- A Een hoefganger.
 - B Een teenganger.
 - C Een zoolganger.

▼ Afb. 44



- 3 In afbeelding 45 zijn drie poten van vogels getekend. Welke poot is afkomstig van een loopvogel?
- A Poot 1.
 - B Poot 2.
 - C Poot 3.

▼ Afb. 45



- 4 Afbeelding 46 is een foto van de kop van een vogel. Hoe gebruikt deze vogel de snavel bij het verkrijgen van voedsel?
- A Deze vogel kraakt met zijn snavel noten en harde zaden.
 - B Deze vogel prikt met zijn snavel in de bodem naar bodemdierpjes.
 - C Deze vogel verscheurt met zijn snavel een prooi die hij gevangen heeft.

▼ Afb. 46



DOELSTELLING 8

Beantwoord de volgende tweekeuzevragen.

- 1 Wat voor wortelstelsel hebben landplanten die in een droog milieu staan?
- A Een groot wortelstelsel.
 - B Een klein wortelstelsel.
- 2 Muurpeper heeft kleine, dikke bladeren (zie afbeelding 47). Groeit muurpeper in een droog milieu of in een vochtig milieu?
- A In een droog milieu.
 - B In een vochtig milieu.

▼ Afb. 47 Muurpeper.



- 3 Welke planten hebben luchtkanalen in hun stengels?
- A** Landplanten.
B Waterplanten.
- 4 Bosanemoon en speenkruid bloeien vroeg in het voorjaar (zie afbeelding 48).
Welke abiotische factor is in het voorjaar gunstig voor deze planten?
- A** De hoeveelheid licht: in het voorjaar valt op de bodem in een bos meer licht dan in de zomer.
B De temperatuur: in het voorjaar is de temperatuur van de bodem in een bos hoger dan in de zomer.

▼ Afb. 48



1 bosanemoon



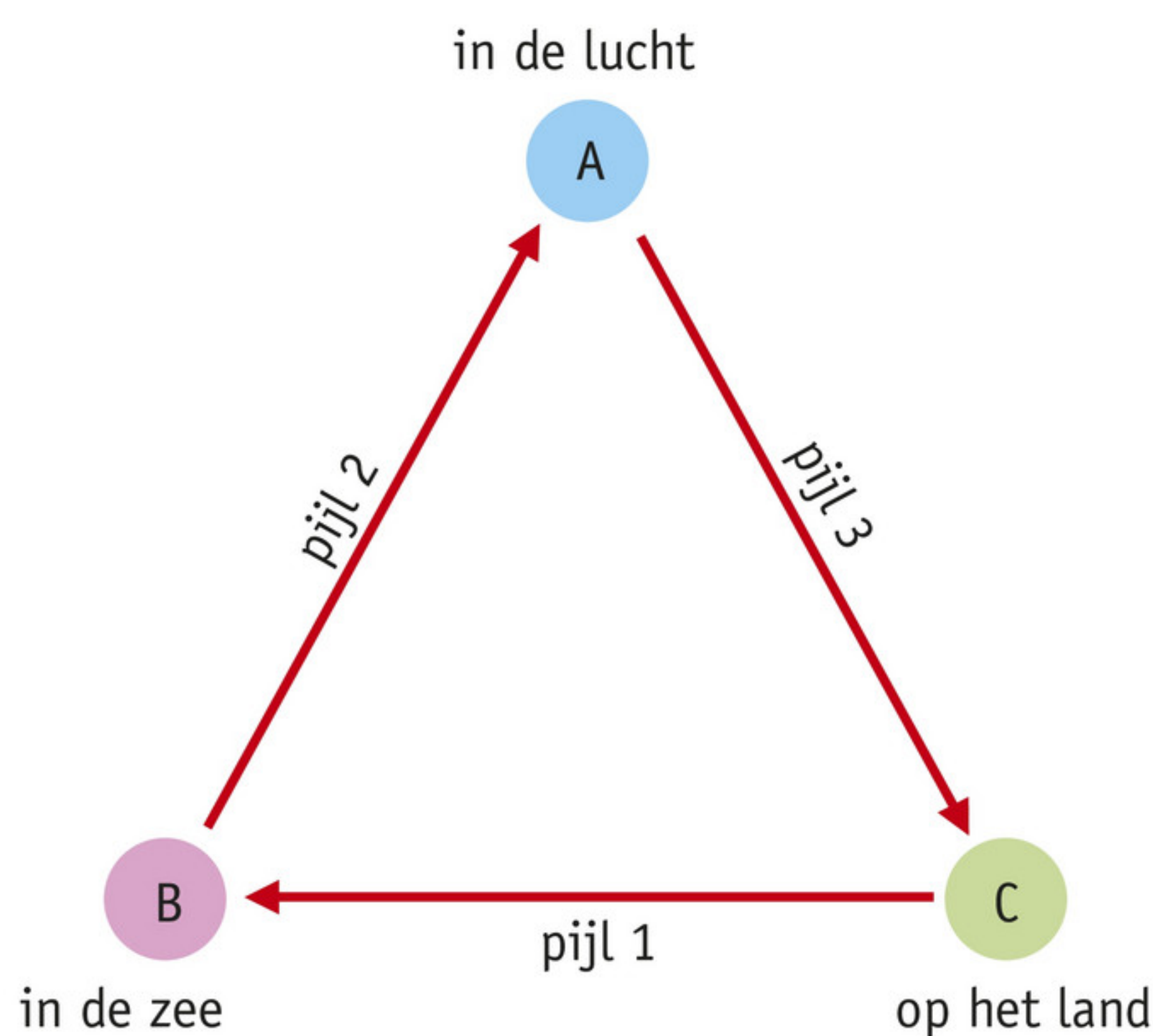
2 speenkruid

EXTRA DOELSTELLING 9

In afbeelding 49 is de kringloop van water schematisch weergegeven. Drie pijlen zijn genummerd. Beantwoord de volgende meerkeuzevragen over deze afbeelding.

- 1 Bij welke pijl vindt condensatie plaats?
- 2 Bij welke pijl vindt verdamping plaats?
- 3 Bij welke pijl horen rivieren?

▼ Afb. 49



EXTRA DOELSTELLING 10

In je werkboek is de koolstofkringloop getekend. Vul de lege vakken in. Gebruik hierbij: *bacteriën en schimmels – dieren – planten*.

De verrijkingstof kun je doen als je tijd over hebt. Je kunt kiezen uit verschillende onderdelen. In dit thema bestaat de verrijkingstof uit drie onderdelen. De opdrachten hierbij maak je in je werkboek.

1 Water in de bodem

In Nederland komen verschillende grondsoorten voor. Bij veel akkers in Nederland bestaat de bodem uit klei. Klei bevat veel voedingsstoffen voor planten, waardoor de gewassen op de akkers goed kunnen groeien. Ook kan klei water goed vasthouden, maar als het veel regent, ontstaan plassen. Als een aardappelveld onder water komt te staan gaan de aardappels rotten en kan een akkerbouwer ze niet meer verkopen (zie afbeelding 50).

De hoeveelheid water in de bodem heeft invloed op de plantengroei. Welke planten ergens groeien, is afhankelijk van de hoeveelheid water. Bepaalde grondsoorten houden water goed vast. Andere laten water juist heel makkelijk door. Dit hangt af van de grootte van de bodemdeeltjes (zie afbeelding 51).

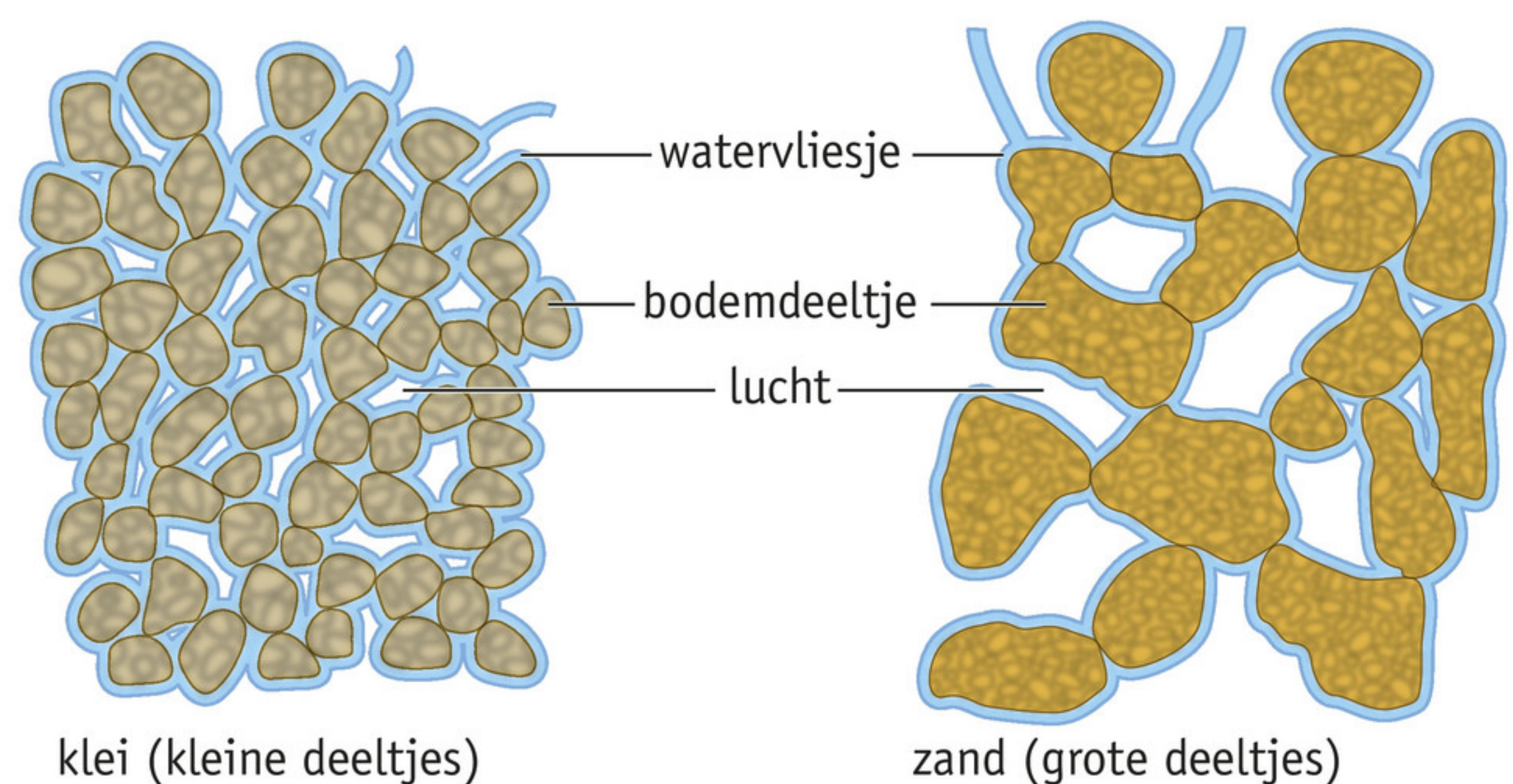
In deze verrijkingstof onderzoek je de waterdoorlaatbaarheid van grondsoorten. Je werkt samen met een klasgenoot.

WB OPDRACHT 1 BLZ. 55

▼ **Afb. 50** Te veel water.



▼ **Afb. 51** Bodemdeeltjes.



2 Strooisellaag

In veel ecosystemen is de bodem bedekt met een laag afgevallen takjes en bladeren. We noemen dat **strooisel** (zie afbeelding 52). In de laag strooisel en in de bovenste laag van de bodem leven veel kleine dieren. Vooral op een warme middag kun je hierin veel diertjes aantreffen.

In deze verrijkingstof onderzoek je de laag strooisel en de bovenste laag van de bodem op de aanwezigheid van kleine bodemdieren. Je voert dit onderzoek uit in een groepje.

Je kunt dit onderzoek uitvoeren in verschillende ecosystemen in de omgeving van je school, zoals een bos, een weiland, een akker of een park.

In het ecosysteem neem je een **monster** van het strooisel en van de bovenste laag van de bodem. In de klas verzamel je de bodemdiertjes die in je monster voorkomen.

Van de gevonden diertjes probeer je de naam op te zoeken. Hiervoor kun je gebruikmaken van een naslagwerk, internet of een app om dieren te zoeken (zie afbeelding 53). Je kunt ook de zoekkaart van afbeelding 54 gebruiken.

WB OPDRACHT 1 EN 2 BLZ. 57

▼ **Afb. 52** Strooisellaag.

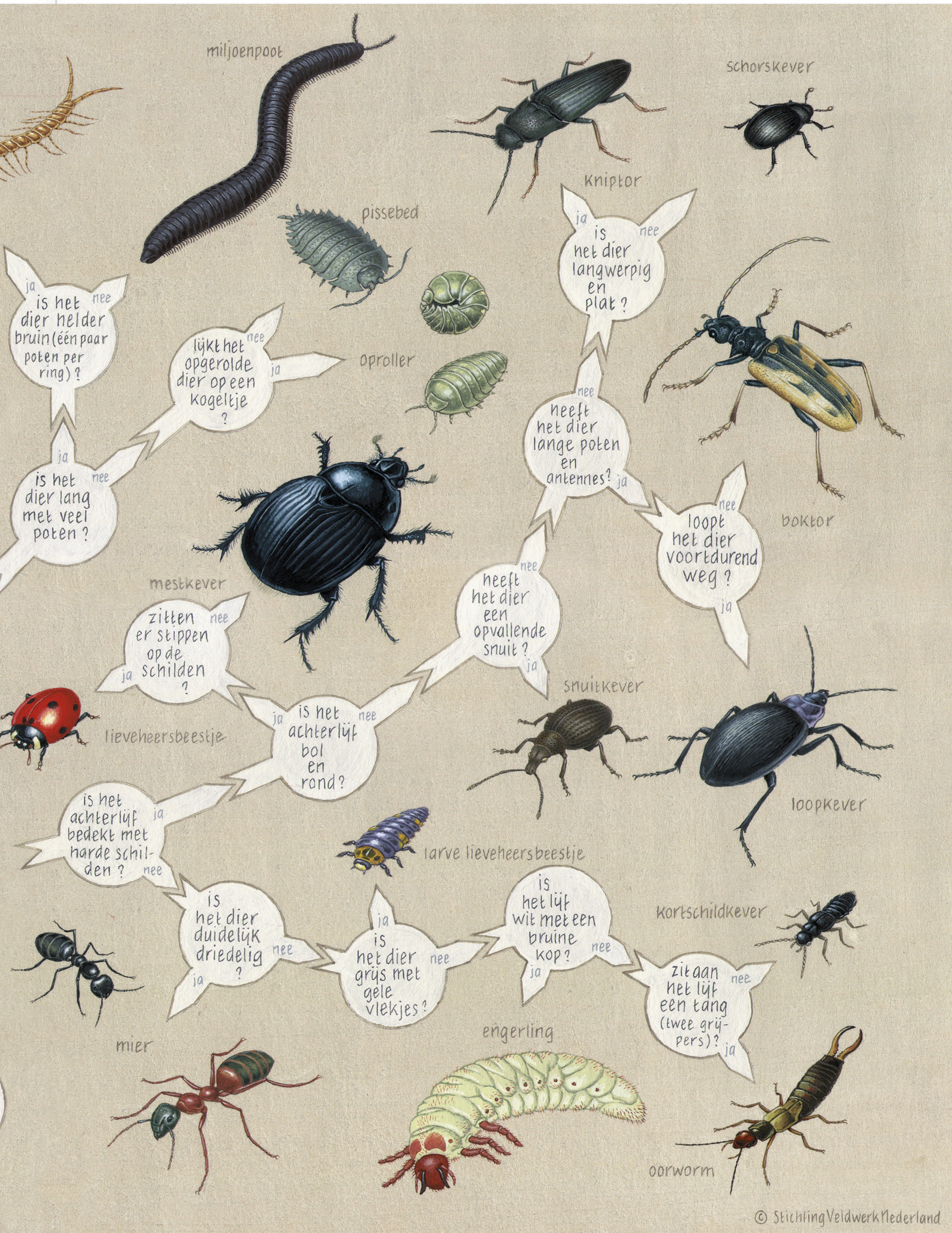


▼ **Afb. 53** Een app om dieren te zoeken.



Figure 1





3 Een voedselweb in een eik

In de basisstof heb je geleerd wat een ecosysteem is. Een loofbos is een van de ecosystemen die in Nederland veel voorkomen. Een eik kan deel uitmaken van zo'n ecosysteem. Op en in een eik leven honderden andere organismen. Zoveel zelfs dat je één enkele eik kunt beschouwen als een ecosysteem op zich. In deze verrijkingsstof maak je kennis met enkele soorten die deel uitmaken van dit ecosysteem. Je moet hiervan een voedselweb samenstellen.

► **Afb. 55** Een eik kun je ook beschouwen als een ecosysteem.



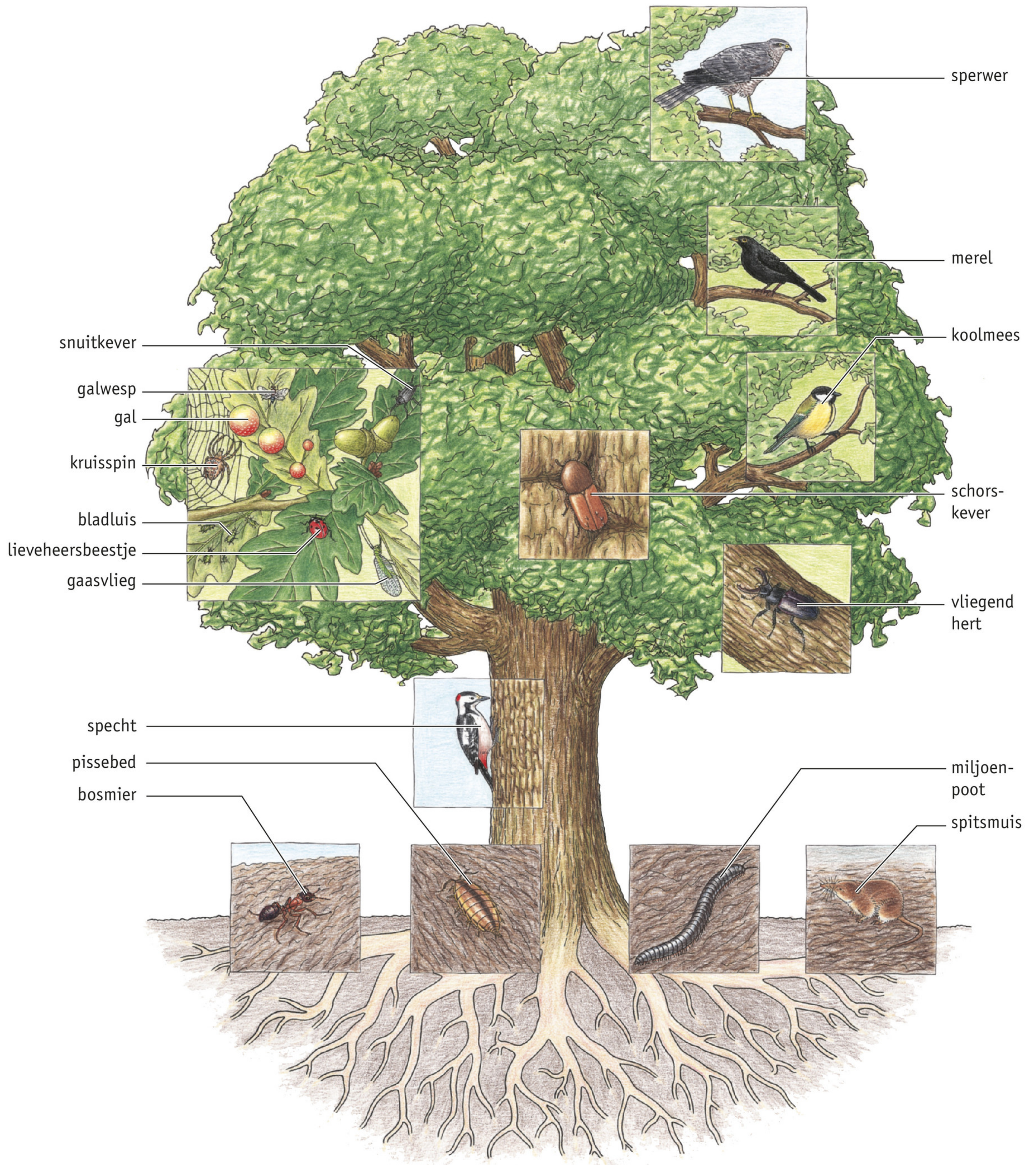
In afbeelding 56 is een eik getekend met enkele organismen die op en in deze eik leven.

Tussen de bladeren van een eik leven tientallen diertjes die zich voeden met de bladeren of de eikels. *Bladluizen* hebben lange, spitse monddelen. Daarmee prikken ze in de nerven van de bladeren en zuigen ze sappen op. *Galwespen* leggen hun eieren op of in de bladeren. Bij sommige soorten galwespen reageert de eik hierop door *gallen* te vormen. *Snuitkevers* kunnen gaten in de eikels boren. Al deze planteneters kunnen worden gegeten door andere dieren. *Lieveheersbeestjes* en *gaasvliegen* voeden zich vooral met bladluizen. *Kruissspinnen* voeden zich met allerlei plantenetende insecten. Ook lieveheersbeestjes en gaasvliegen kunnen ten prooi vallen aan kruissspinnen. Ten slotte kunnen alle tot nu toe genoemde diertjes worden gegeten door insectenetende vogels, zoals *merels* en *koolmezen*. Deze vogels kunnen op hun beurt worden gegeten door een *sperwer*.

Ook in de stam en in de takken van een eik leven allerlei diertjes. In de schors van de stam kunnen *schorskevers* gangen boren. *Spechten* hakken gaten in de stam om zich te kunnen voeden met insecten in de schors. Dode takken worden onder andere gegeten door het *vliegend hert*.

Op de bodem onder de eik liggen veel afgestorven takjes en bladeren. De bovenste laag van de bodem met dit afgestorven materiaal noemen we de strooisellaag. In en op de strooisellaag leven veel kleine diertjes. *Pissebedden* en *miljoenpoten* leven van de afgevallen bladeren en takjes van de eik. Net als de bladeren kunnen ook de wortels gallen maken wanneer bepaalde *galwespen* er hun eieren in leggen. De kleine diertjes in de strooisellaag kunnen worden gegeten door *bosmieren* en *spitsmuizen*.

▼ **Afb. 56** Enkele organismen op en in een eik.



7

Mens en milieu



BASISSTOF

- 1 De mens en het milieu
- 2 Energie
- 3 Het broeikaseffect
- 4 Klimaatverandering
- 5 Afval en afvalverwerking

EXTRA BASISSTOF

- 6 Voedselproductie
- 7 Biologische landbouw

94
101
107
110
113

119
124

SAMENVATTING EN DIAGNOSTISCHE TOETS

- Samenvatting 126
- Diagnostische toets 130

VERRIJKINGSSTOF

- 1 Zwerfafval 136
- 2 Biologische gewasbescherming 138
- 3 Een bodemprofiel maken 139



Dit thema heet: Mens en milieu. De mens is afhankelijk van het milieu, maar heeft ook invloed op het milieu. Mensen gaan niet altijd zorgvuldig met het milieu om. Daardoor zijn milieuproblemen ontstaan. In dit thema leer je wat de voornaamste oorzaken en gevolgen van die milieuproblemen zijn.

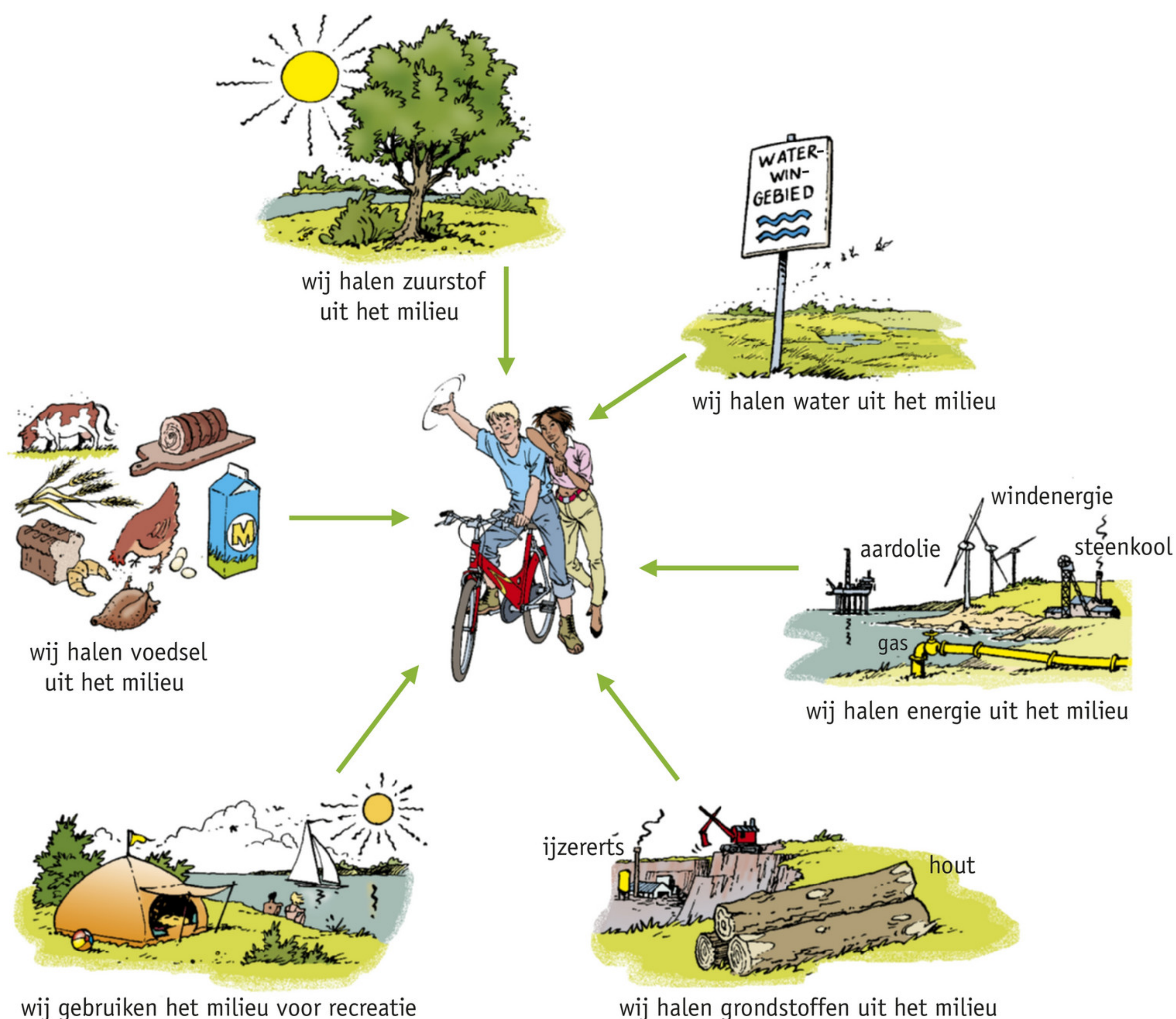
Steeds meer mensen zijn zich ervan bewust dat een schoon milieu belangrijk is. Je leert wat er gedaan wordt om het milieu te beschermen. Ook leer je hoe je zelf kunt meehelpen het milieu te beschermen.

Je leest de basisstof door. Je komt dan vanzelf opdrachten tegen. Deze opdrachten maak je in je werkboek.

1 De mens en het milieu

De mens is net als alle andere organismen afhankelijk van het milieu. Dat betekent dat we het milieu nodig hebben om in leven te blijven. Wat we nodig hebben, is afkomstig van het milieu (zie afbeelding 1).

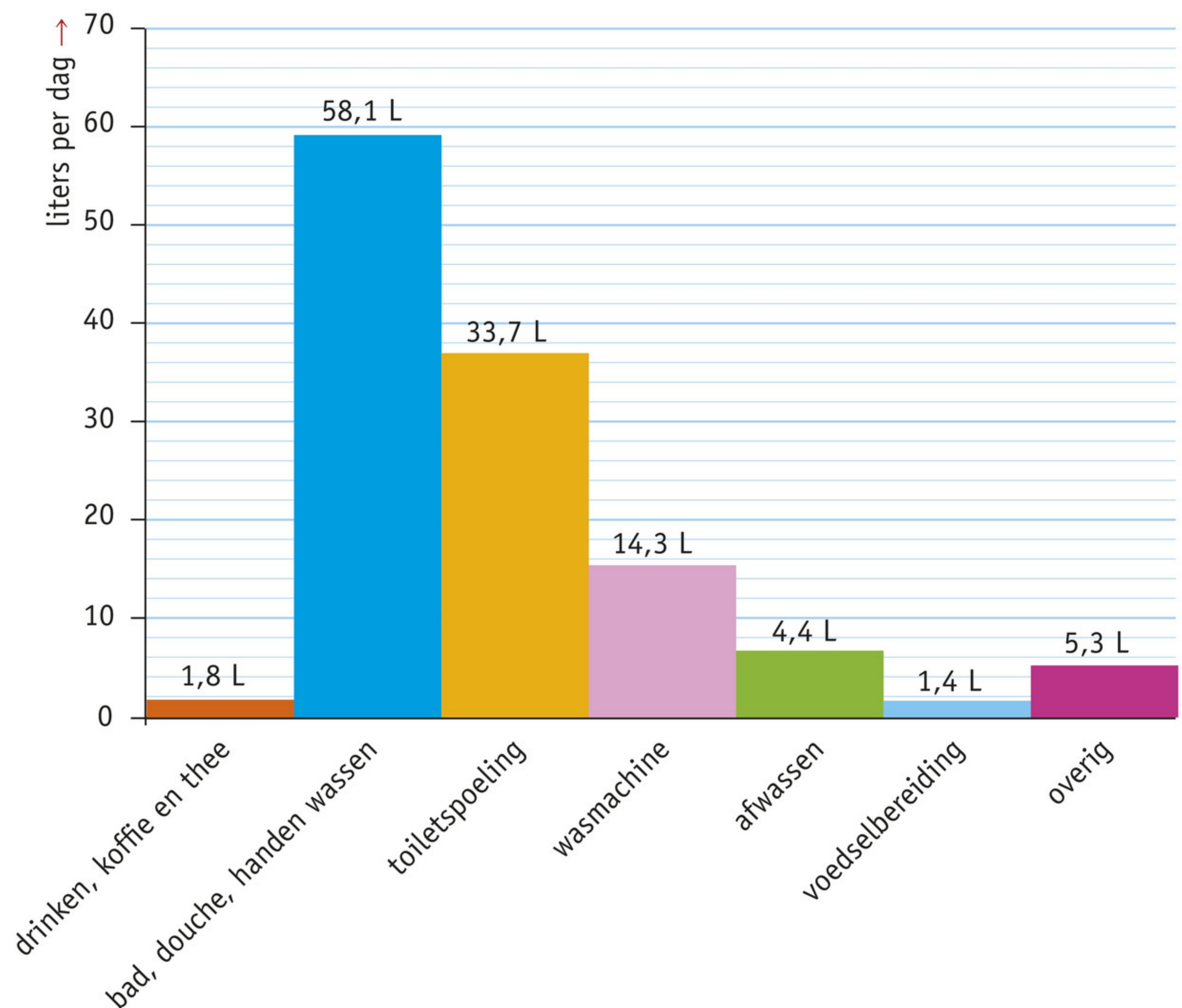
▼ **Afb. 1** De mens is afhankelijk van het milieu.



Mensen halen **voedsel** uit het milieu om te eten, **zuurstof** om adem te halen, en **water** om te drinken, zich te wassen of het toilet door te spoelen (zie afbeelding 2). Ook wordt water veel gebruikt in de industrie en de landbouw. We halen ook **energie** uit het milieu, bijvoorbeeld om te koken, ons huis te verwarmen en om machines te laten werken. Het milieu levert ook **grondstoffen**. Grondstoffen worden gebruikt om producten te maken. Van ijzererts wordt ijzer gemaakt, en schapen leveren wol (zie afbeelding 3). Sommige planten en dieren leveren ook grondstoffen voor medicijnen. Ten slotte is het milieu belangrijk als **plaats voor recreatie**. Veel mensen gebruiken het milieu om zich te ontspannen. Mensen brengen hun vrije tijd graag door in de natuur. Bijvoorbeeld om te wandelen, te vissen of te zwemmen (zie afbeelding 4).

WB OPDRACHT 1 BLZ. 60

► **Afb. 2** Waterverbruik in Nederland.



▼ **Afb. 3** Schapen leveren de grondstof wol.



▼ **Afb. 4** Het milieu als plaats voor recreatie.



INVLOEDEN OP HET MILIEU

De mens heeft invloed op het milieu. We veranderen het milieu doordat we bepaalde stoffen aan het milieu **onttrekken** en er andere stoffen aan **toevoegen**. Vroeger, toen er nog maar weinig mensen op aarde leefden, was de invloed van de mens op het milieu klein. Tegenwoordig veroorzaken de activiteiten van mensen vaak milieuproblemen. **Milieuproblemen** ontstaan:

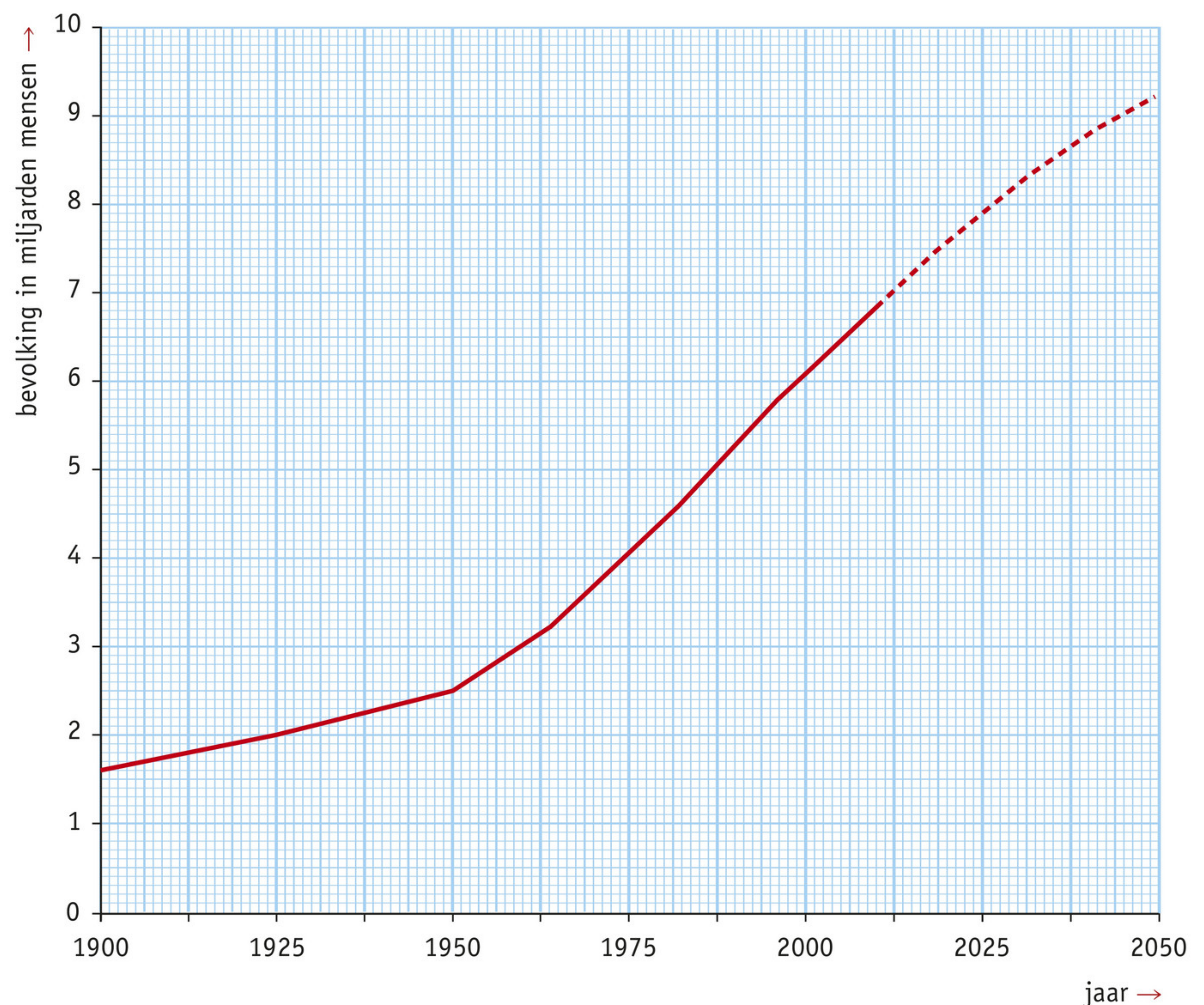
- doordat de mens stoffen aan het milieu toevoegt die leiden tot **vervuiling**;
- doordat de mens zo veel stoffen aan het milieu onttrekt dat er sprake is van **uitputting**.

Door vervuiling en uitputting vindt **aantasting** van het milieu plaats.

De voornaamste oorzaken van de milieuproblemen zijn de **bevolkingstoename** en de **manier van leven** van de mens.

De wereldbevolking is de laatste honderd jaar sterk gegroeid en zal voorlopig nog blijven toenemen (zie afbeelding 5). Door die groei is er steeds meer voedsel nodig, waardoor er ook meer grond voor de landbouw nodig is. Bovendien moeten al die mensen ergens wonen en hebben ze wegen nodig om zich te verplaatsen. Voor de bouw van huizen en de aanleg van wegen is ook veel grond nodig. Doordat mensen veel grond gebruiken, verdwijnt voor veel planten en dieren hun natuurlijk milieu.

▼ **Afb. 5** Groei van de wereldbevolking sinds 1900 en de verwachte groei tot 2050.



▼ **Afb. 6** Tegenwoordig gebruiken we veel elektrische apparaten.



1 vroeger



2 nu

▼ **Afb. 7**

Toxicologisch laborant

Hallo, ik ben Isabel. Als toxicologisch laborant onderzoek ik van allerlei stoffen hoe veilig ze zijn voor mensen. Bij dit onderzoek stellen we cellen en organismen bloot aan verschillende concentraties van de stoffen die we testen.

Ik werkt in een leuk team met onder andere een toxicoloog en een toxicologisch analist. Ik voer aan de hand van standaardprocedures ondersteunende laboratoriumwerkzaamheden uit. Ik ontvang en verzorg bijvoorbeeld de voorbereiding van monsters. Een monster is een kleine hoeveelheid van de stof die we gaan onderzoeken.

De werkzaamheden verlopen volgens vaste procedures, maar het is zeker niet saai. Laatst moesten we bijvoorbeeld onderzoek doen naar vaten met een onbekende stof. De vaten waren in het bos gedumpt. Ze bleken afkomstig te zijn van een illegaal laboratorium

De mens is de laatste honderd jaar anders gaan leven. Vroeger reisden mensen bijvoorbeeld met paard en wagen, terwijl nu bijna ieder gezin een auto heeft. Daardoor werd het mogelijk om veel verder te reizen. Ook hebben we steeds meer elektrische apparaten, zoals een stofzuiger, wasmachine, koelkast, computer, tablet en mobiele telefoon (zie afbeelding 6). Al deze apparaten en vervoermiddelen hebben energie nodig, net als de fabrieken waar ze gemaakt worden. Om elektriciteit op te wekken worden veel brandstoffen verbruikt. Ook komen er veel afvalstoffen bij vrij. Deze afvalstoffen vervuilen het milieu.

Doordat we veel brandstoffen verbruiken, raken onze **energievoorraden** op. We zeggen dan dat de **energiebronnen** uitgeput raken.

Om alle machines en apparaten te maken zijn ook veel grondstoffen uit het milieu nodig. Daardoor raken de voorraden van deze grondstoffen uitgeput. Als de machines en apparaten worden afgedankt, komen ze bij het afval.

Soms is dit afval schadelijk voor het milieu of zelfs giftig. Een **gif** is een stof die een schadelijke invloed heeft op een organisme. Een toxicologisch laborant onderzoekt de werking van gifstoffen (zie afbeelding 7).

In de **chemische industrie** komt vaak giftig afval vrij bij, bijvoorbeeld bij de productie van kunststoffen, geneesmiddelen, wasmiddelen en verf. De overheid controleert of dit giftige afval veilig wordt verwerkt. Soms komen giftige stoffen toch in het milieu, waardoor milieuvervuiling ontstaat.



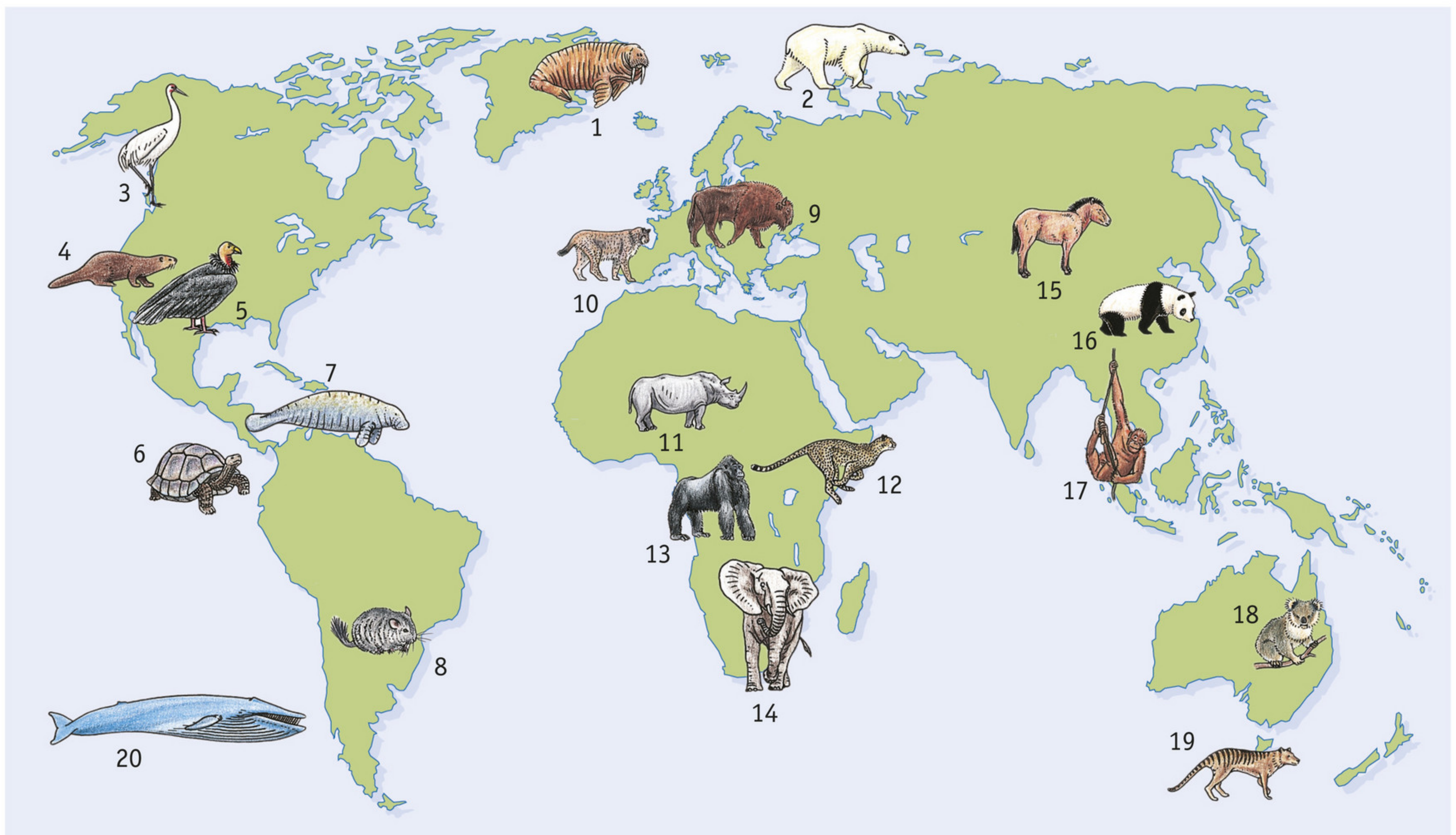
voor de productie van xtc. Op ons laboratorium neemt het onderzoek naar drugsafval sterk toe. Dat is ook niet zo gek, want de politie vindt steeds meer gedumpt drugsafval.

BIODIVERSITEIT

Door de activiteiten van de mens is het natuurlijk milieu van veel planten en dieren verdwenen. Hierdoor, en door de jacht en visserij, zijn verschillende plantensoorten en diersoorten uitgestorven. Veel andere soorten worden met uitsterven bedreigd (zie afbeelding 8 en 9).

Ook neemt wereldwijd het aantal verschillende ecosystemen af. Het gevolg is dat de variatie in de natuur afneemt, waardoor het milieu steeds eentoniger wordt. In thema 6 Ecologie heb je geleerd dat de variatie aan soorten in de natuur **biodiversiteit** wordt genoemd. Door de invloed van de mens neemt de biodiversiteit af.

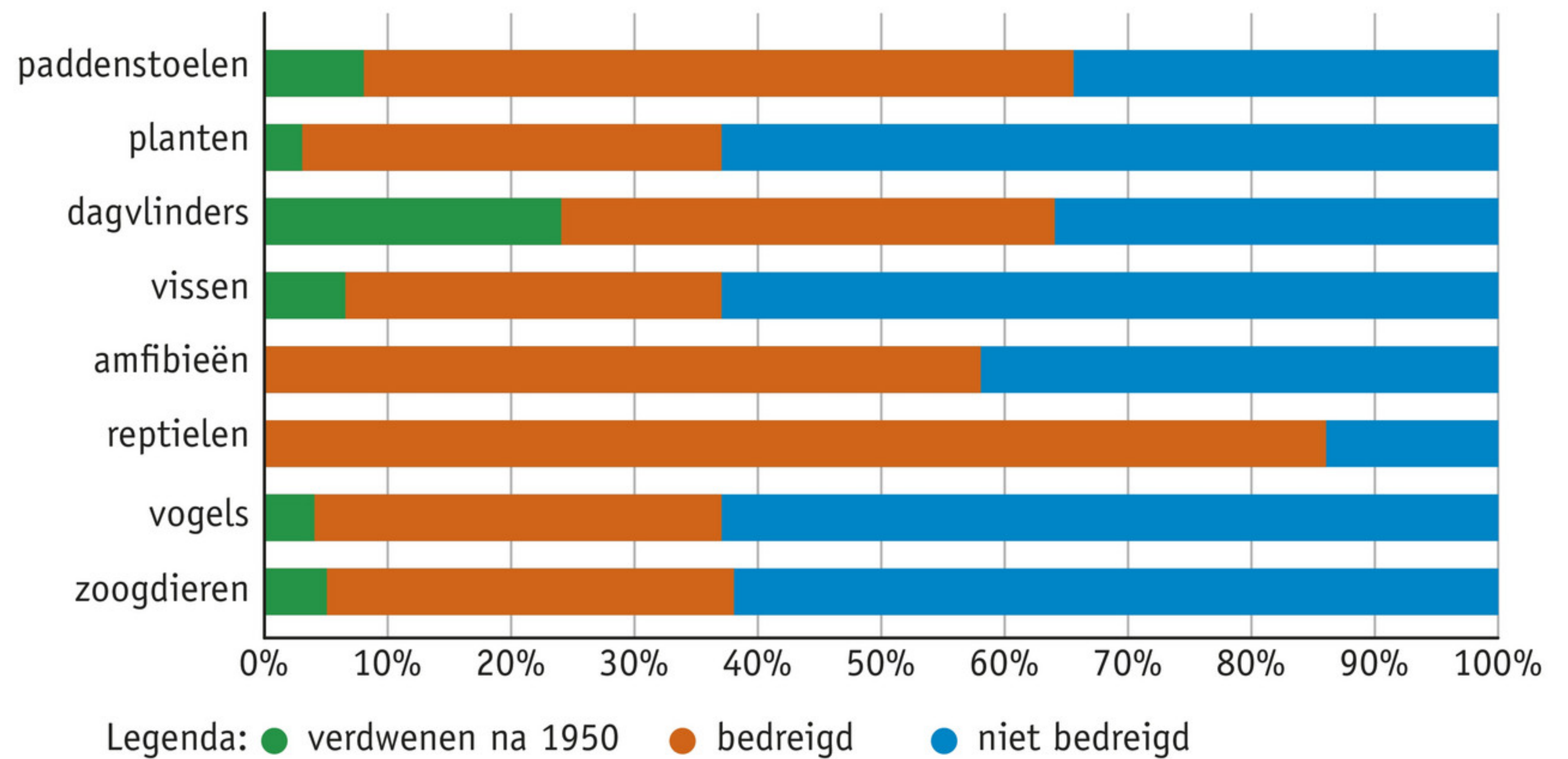
▼ **Afb. 8** Enkele bedreigde diersoorten in de wereld.



Legenda:

- | | |
|----------------------------|-------------------------|
| 1 = walrus | 11 = witte neushoorn |
| 2 = ijsbeer | 12 = jachtluipaard |
| 3 = Amerikaanse kraanvogel | 13 = berggorilla |
| 4 = zeeotter | 14 = Afrikaanse olifant |
| 5 = Californische condor | 15 = przewalskipaard |
| 6 = reuzenschildpad | 16 = reuzenpanda |
| 7 = zeekoe | 17 = orang-oetan |
| 8 = chinchilla | 18 = koala |
| 9 = wisent | 19 = buidelwolf |
| 10 = Spaanse lynx | 20 = blauwe vinvis |

► **Afb. 9** Bedreigde soorten in Nederland.



Door **beschermingsmaatregelen** wordt geprobeerd om de bedreigde soorten weer in aantal te laten toenemen. Met het aantal ooievaars ging het bijvoorbeeld zo slecht, dat in 1969 werd begonnen met een project om het aantal broedende ooievaars te vergroten (zie afbeelding 10). Ook zijn er projecten geweest voor de herintroductie van bevers en otters in Nederland (zie afbeeldingen 11 en 12). **Herintroductie** is het terugbrengen van een dier- of plantensoort in een land.

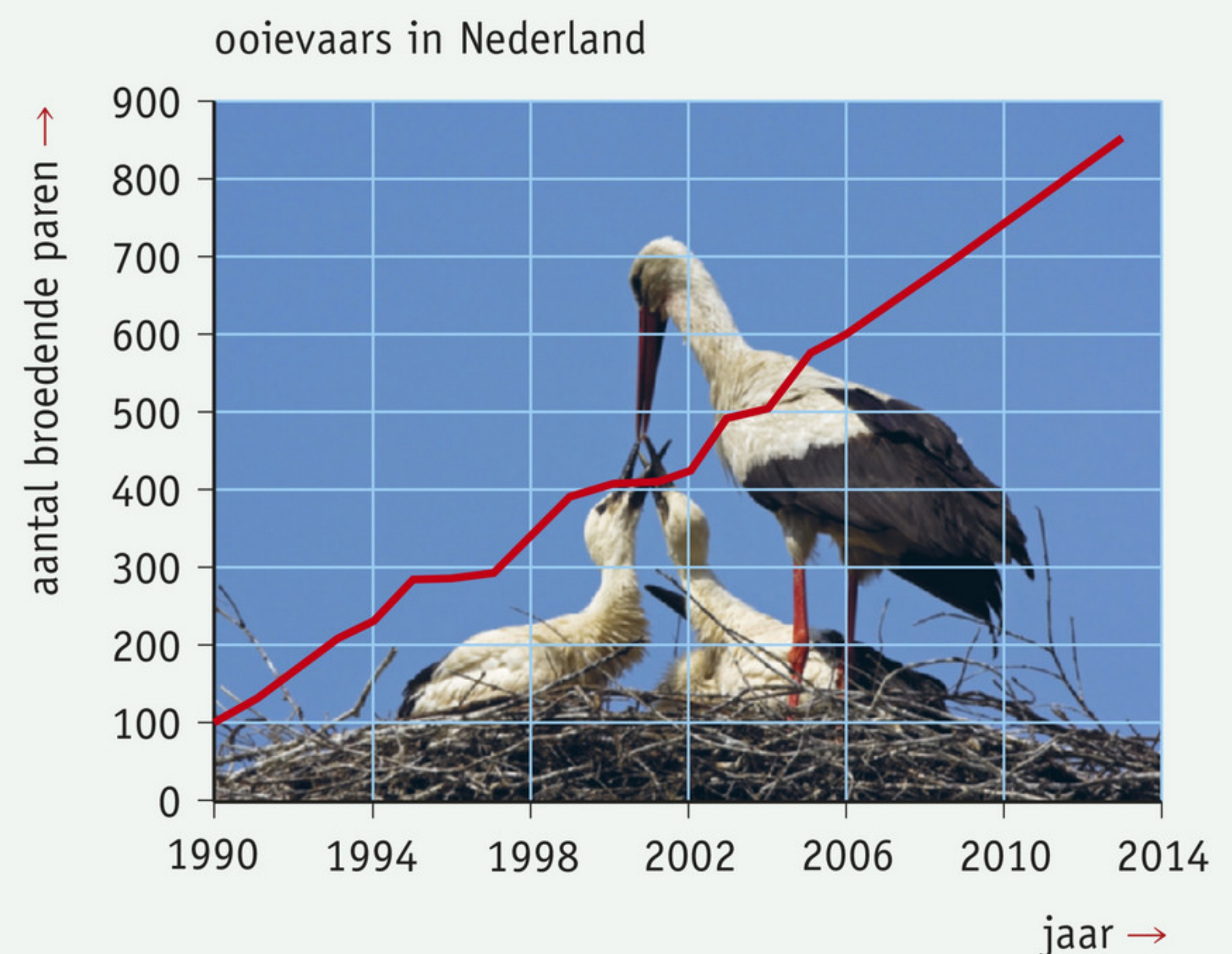
WB OPDRACHT 2 T/M 4 BLZ. 60

▼ **Afb. 10**

Ooievaar was bijna verdwenen

Bij de eerste telling in ons land – dat was in 1910 – waren er zo'n vijfhonderd bewoonde ooievaarsnesten. Toen al was sprake van een afname. In de jaren veertig van de vorige eeuw lag het aantal op driehonderd tot driehonderdvijftig broedparen. In de jaren zestig van de vorige eeuw was de ooievaar als broedvogel bijna uit Nederland verdwenen: in 1960 waren er nog 48 nestparen en in 1970 veertien (niet al deze paren waren ook broedparen).

Om het tij te keren, werd in 1969 een herintroductieprogramma voor de ooievaar gestart. In 2004 was het aantal broedparen weer op het niveau van 1910. In 2013 waren er achthonderdvijftig broedparen. Toch is de ooievaar nog niet helemaal zelfstandig, want veel van de broedparen brengen hun jongen groot met hulp van mensen.

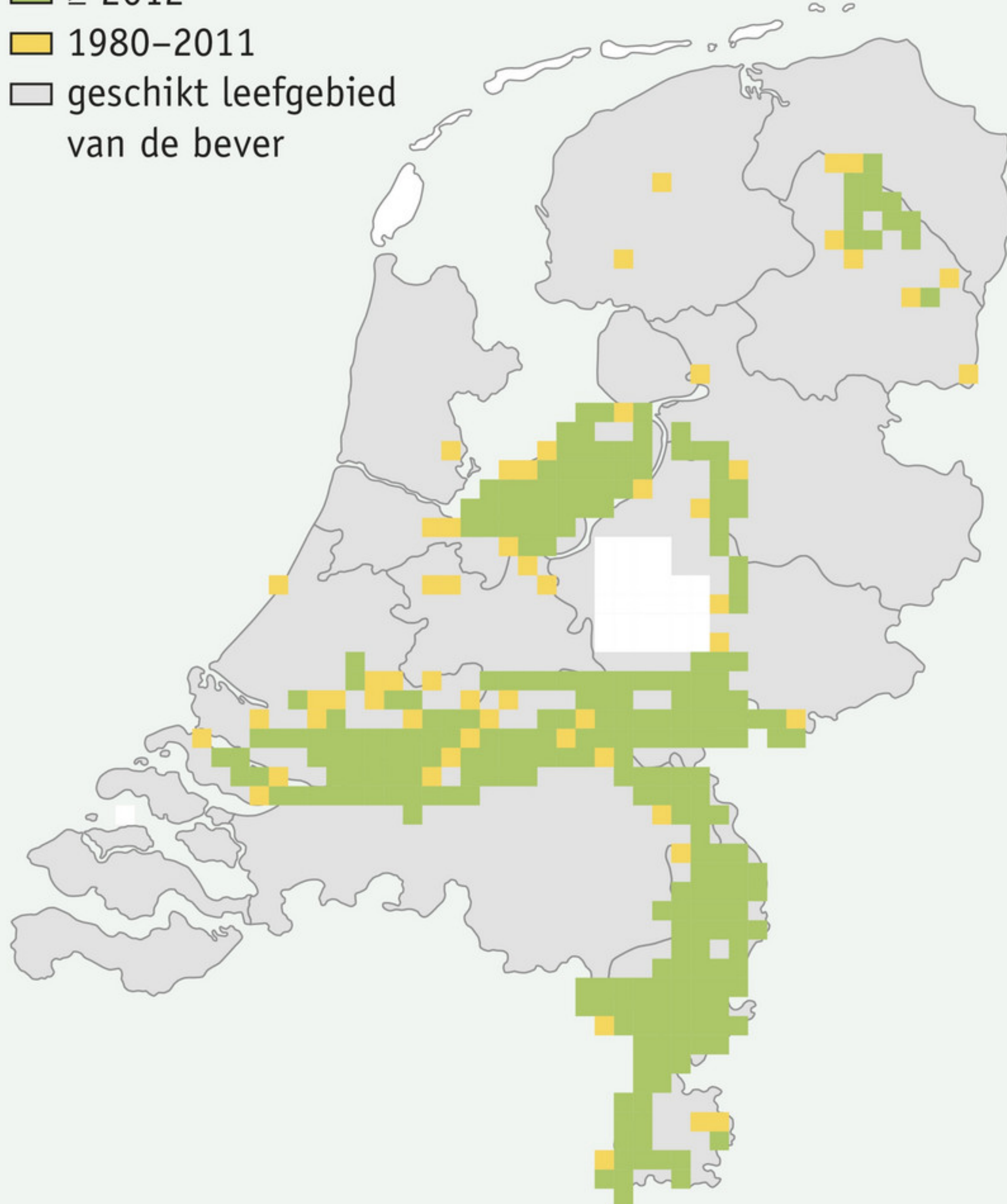


▼ Afb. 11

Herintroductie bever erg succesvol

Bevers kwamen tot aan het begin van de negentiende eeuw algemeen in Europa voor, ook in ons land. Op bevers werd gejaagd voor hun pels en vlees. In 1826 werd langs de IJssel de laatste bever in ons land gedood. Omstreeks 1900 was de bever bijna helemaal

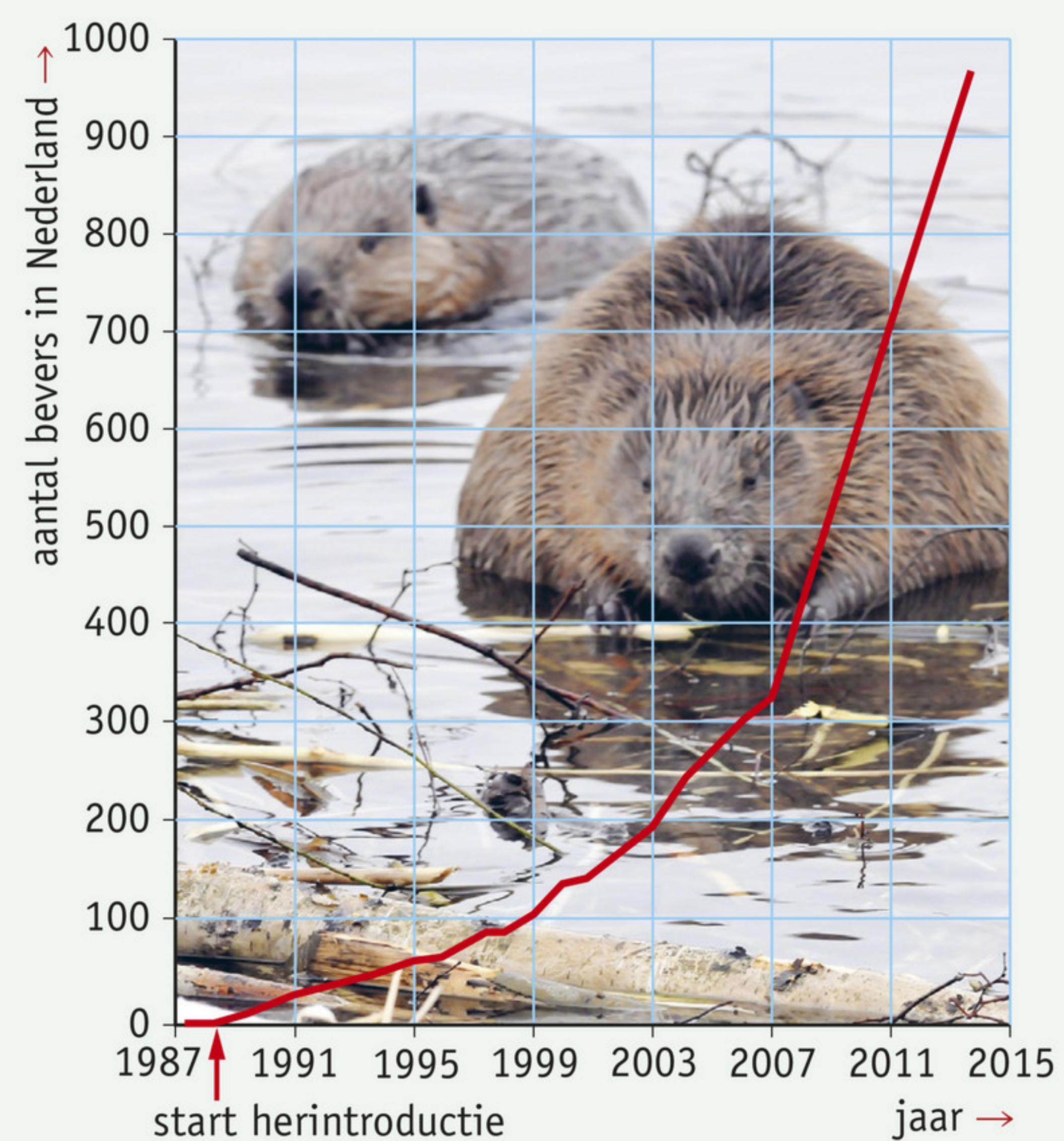
■ ≥ 2012
 ■ 1980–2011
 □ geschikt leefgebied van de bever



verspreiding van de bever (*Castor fiber*) in 2013

uit Europa verdwenen. Door beschermende maatregelen en verplaatsingen is de bever in veel landen weer teruggekeerd.

Tussen 1988 en 2005 zijn in totaal 144 bevers in ons land uitgezet. Tegenwoordig wordt het aantal bevers in Nederland geschat op zo'n negenhonderd tot duizend. De verwachting is dat de bever zich blijft verspreiden en dat ook de aantallen de komende jaren blijven groeien.



herintroductie bever

▼ Afb. 12

Herintroductie van de otter in Nederland

De otter was in 1988 uitgestorven in Nederland. Tussen 2002 en 2008 zijn in totaal 31 otters geherintroduceerd in en rond het natuurgebied Weerribben-Wieden. In 2012 was dit aantal ongeveer verdubbeld. Veel van deze otters zijn familie van elkaar. Hierdoor is de kans op ziekten en afwijkingen groot. Daarom zijn er in 2013 weer twee vrouwelijke otters uitgezet die geen directe familie zijn van de andere otters.

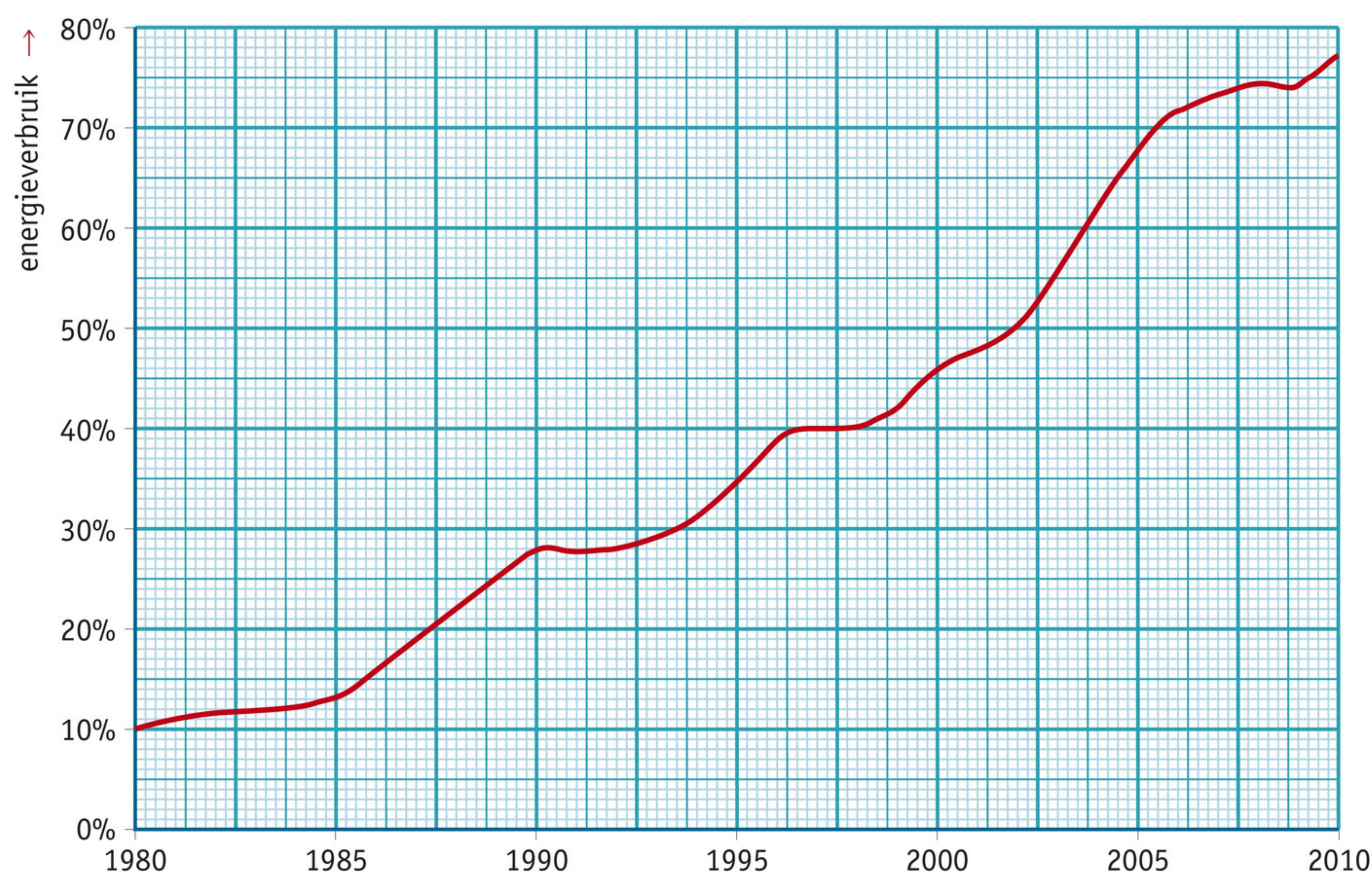


2 Energie

De manier van leven is de afgelopen tweehonderd jaar erg veranderd. Mensen gebruiken steeds meer energie. Hierdoor is de vraag naar energie sterk toegenomen (zie afbeelding 13).

We gebruiken vooral aardgas, aardolie en steenkool om energie op te wekken. Aardgas, aardolie en steenkool zijn onze belangrijkste energiebronnen. Andere energiebronnen zijn biomassa, wind, zonlicht en waterkracht.

▼ **Afb. 13** Toename van het energiegebruik sinds 1980.



FOSSIELE BRANDSTOFFEN

Aardgas, aardolie en steenkool zijn miljoenen jaren geleden ontstaan uit resten van dode planten en dieren (zie afbeelding 14). We noemen ze daarom **fossiele brandstoffen**.

Bij de fotosynthese in planten wordt glucose gevormd. In thema 6 Ecologie heb je geleerd dat hierbij koolstofdioxide wordt verbruikt. Om fotosynthese te laten plaatsvinden, hebben planten (zon)licht nodig. Zonlicht is energie van de zon. Planten gebruiken de energie in zonlicht om glucose te maken. Hierbij nemen planten koolstofdioxide uit de lucht op. Uit glucose maken de planten allerlei andere stoffen, onder andere de stoffen waaruit ze bestaan. Glucose bevat dus de energie die planten met het zonlicht hebben opgevangen. Alle energierijke stoffen in planten bevatten energie die afkomstig is van de zon. Ook de energie in dode plantenresten is dus afkomstig van de zon. Hierdoor is de energie in fossiele brandstoffen ook afkomstig van de zon (zie afbeelding 15).

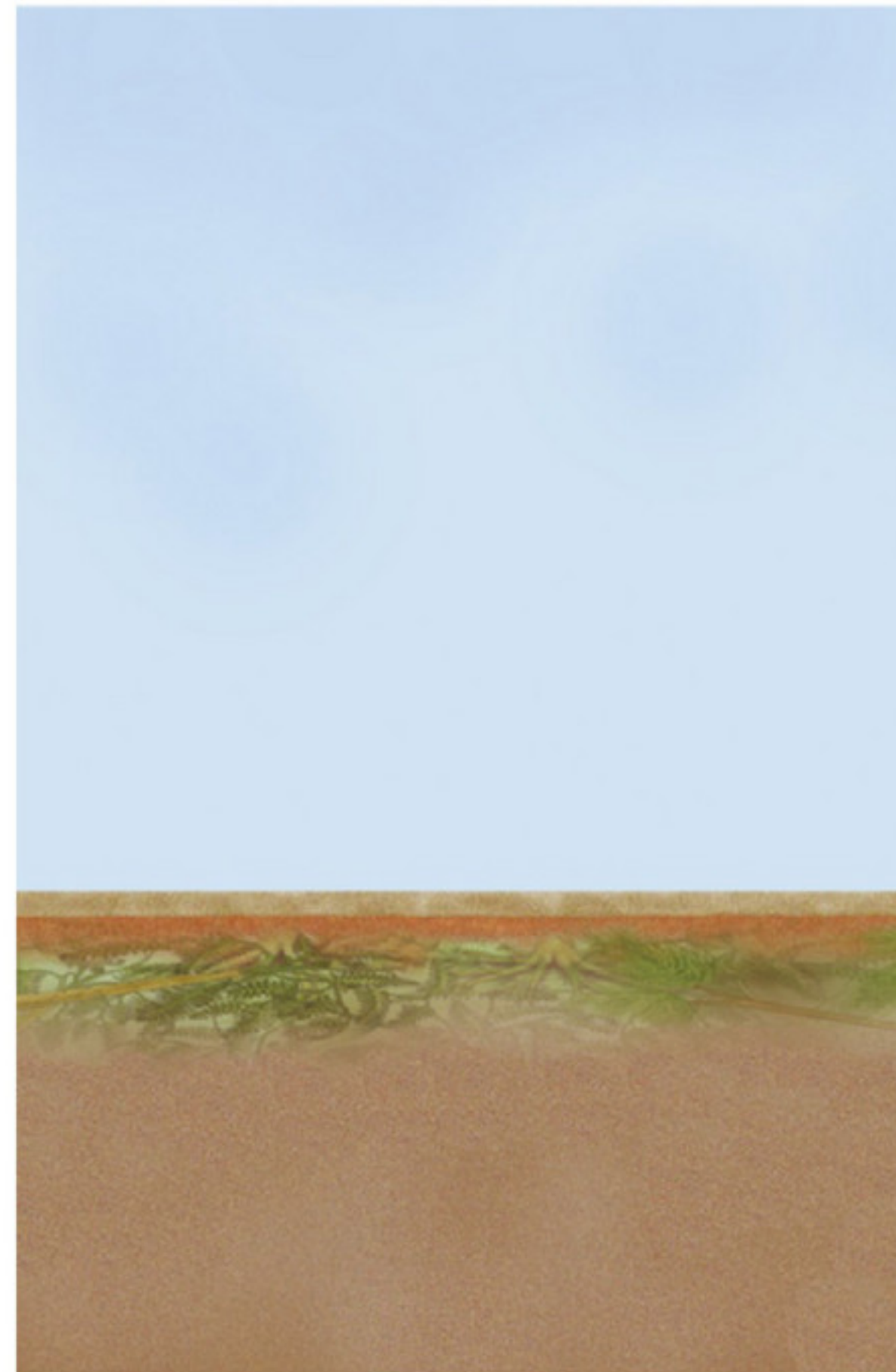
Bij de verbranding van fossiele brandstoffen komt deze energie weer vrij. We kunnen deze energie gebruiken om voertuigen te laten rijden, onze huizen te verwarmen of elektriciteit te produceren. Hierbij ontstaat dan ook weer koolstofdioxide.

Fossiele brandstoffen zijn vrij goedkoop te winnen en gemakkelijk te gebruiken en te vervoeren.

▼ **Afb. 14** Zo ontstond steenkool.



1 Miljoenen jaren geleden waren er grote moerasbossen. Op de bodem van deze bossen kwam een steeds dikkere laag resten van dode planten en dieren.

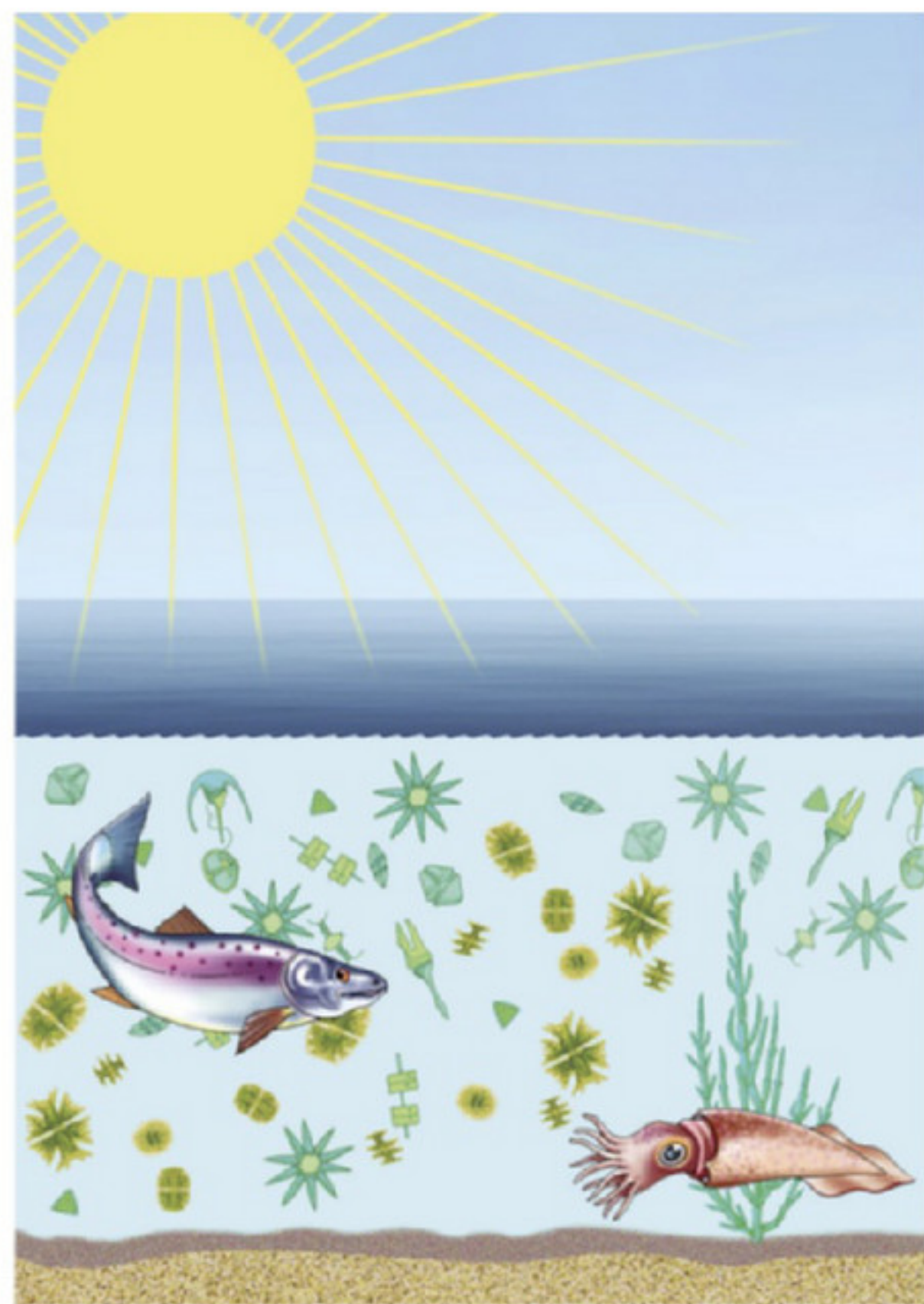


2 Langzaam ontstond uit deze resten een dikke laag veen.

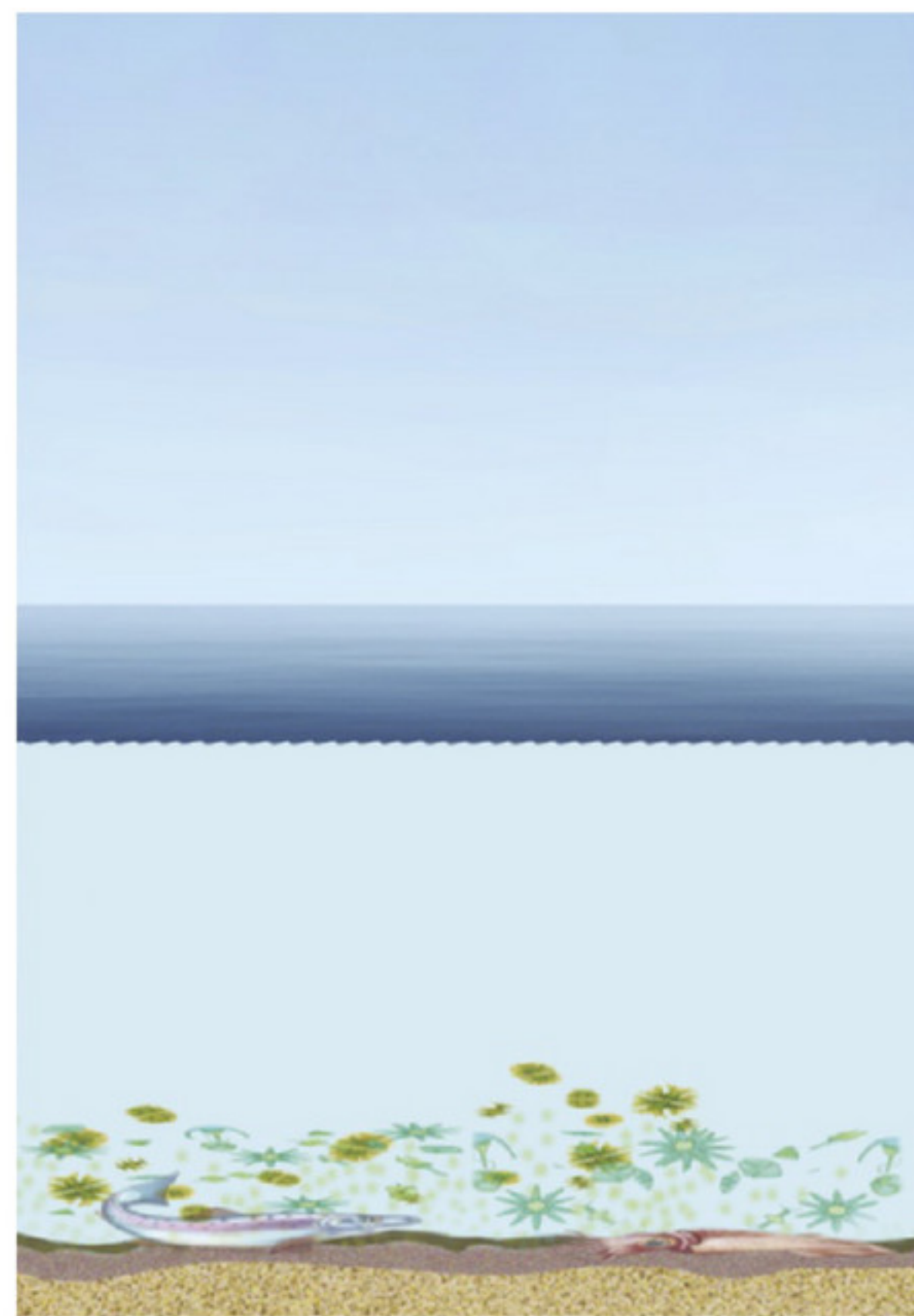


3 Op sommige plaatsen raakte het veen bedekt met zand en klei. De lagen zand en klei persten het veen samen. Hierdoor ontstond na miljoenen jaren steenkool uit het veen.

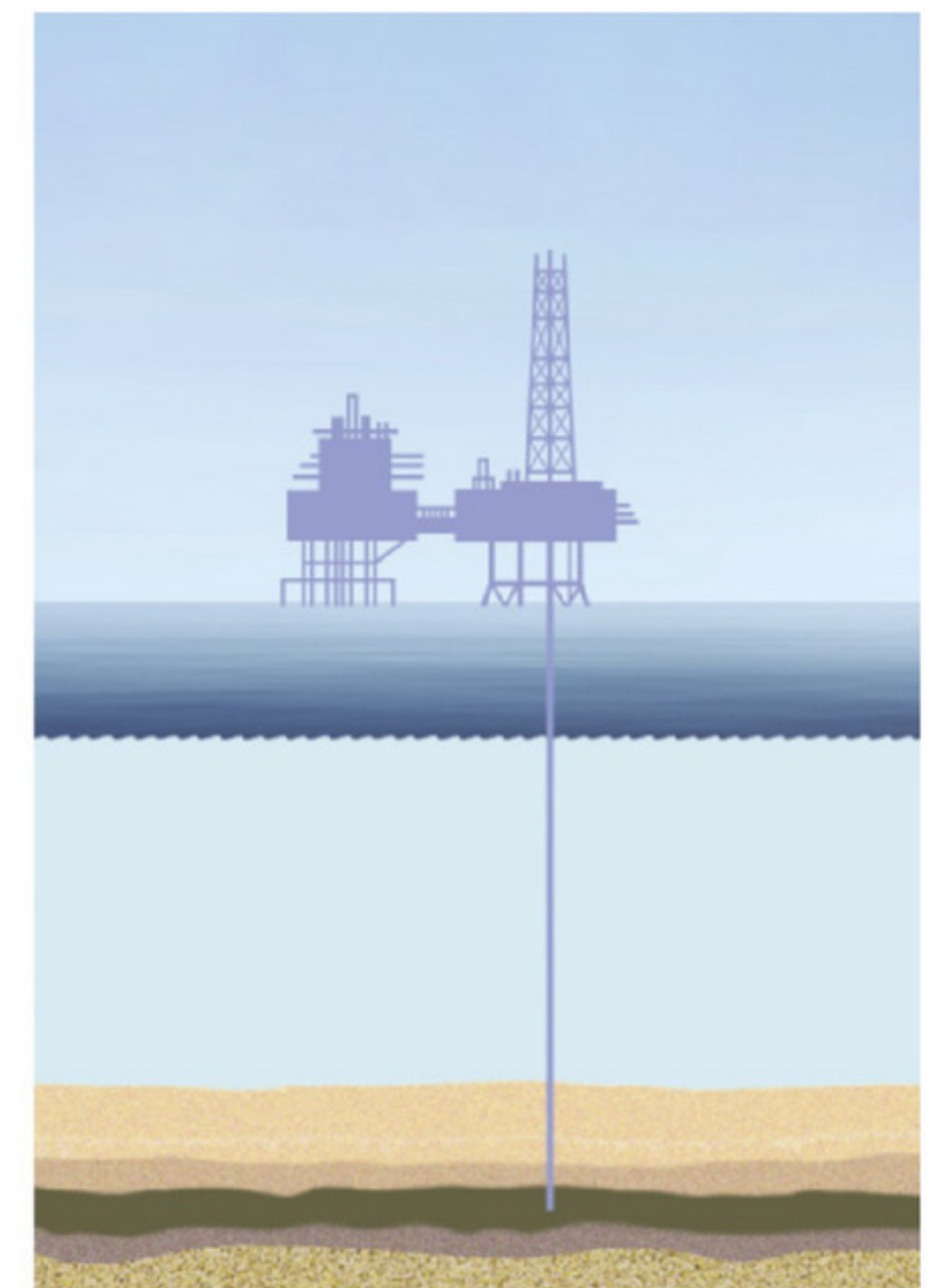
▼ **Afb. 15** Zo ontstond aardolie.



1 Miljoenen jaren geleden kwam energie van de zon terecht in planten en dieren die in zee leefden.

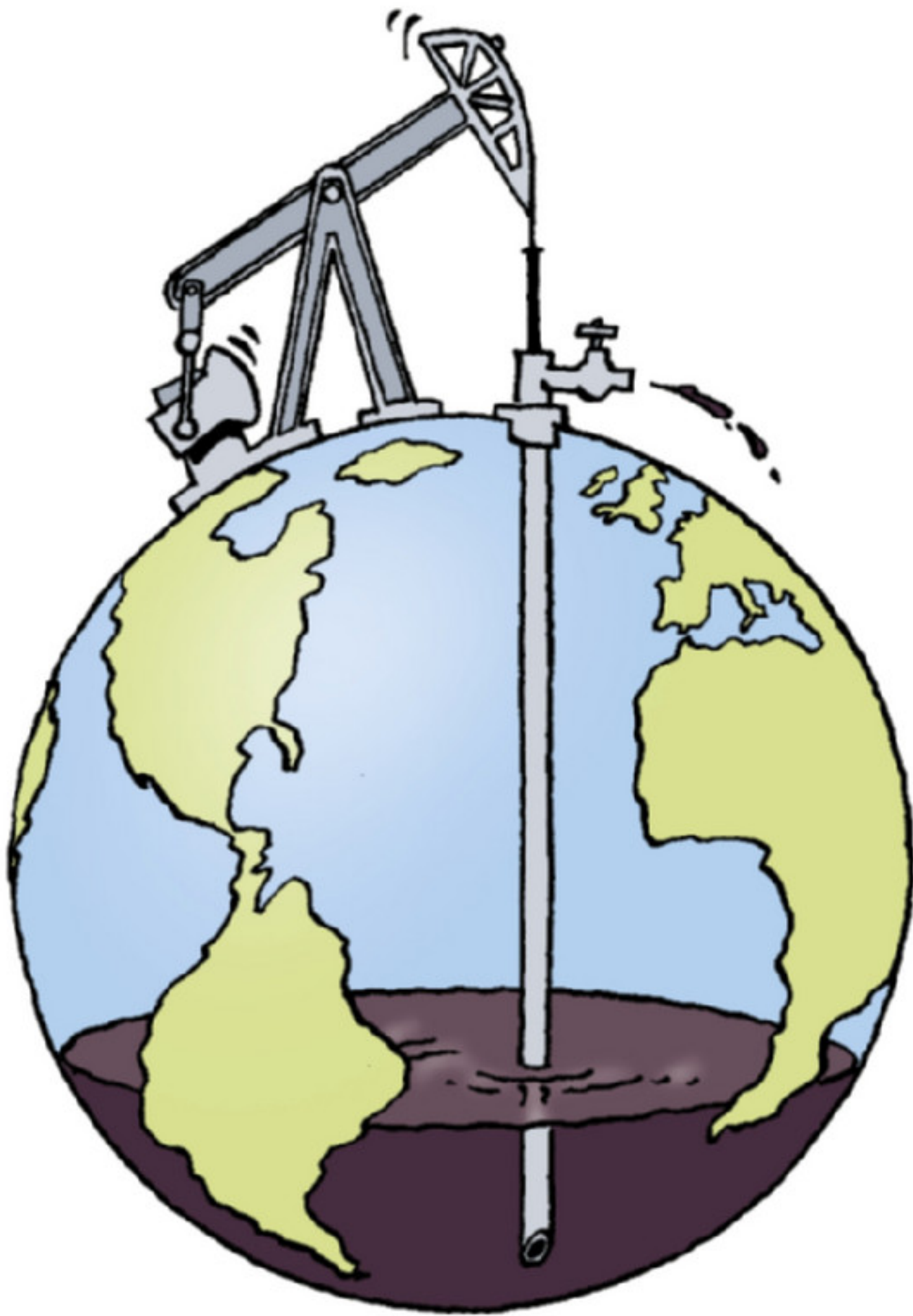


2 Deze planten en dieren gingen dood en zakten naar de zeebodem. Na miljoenen jaren ontstond hieruit aardolie.



3 De aardolie wordt nu opgepompt en gebruikt als energiebron. Door de olie te verbranden komt de energie weer vrij.

▼ Afb. 16

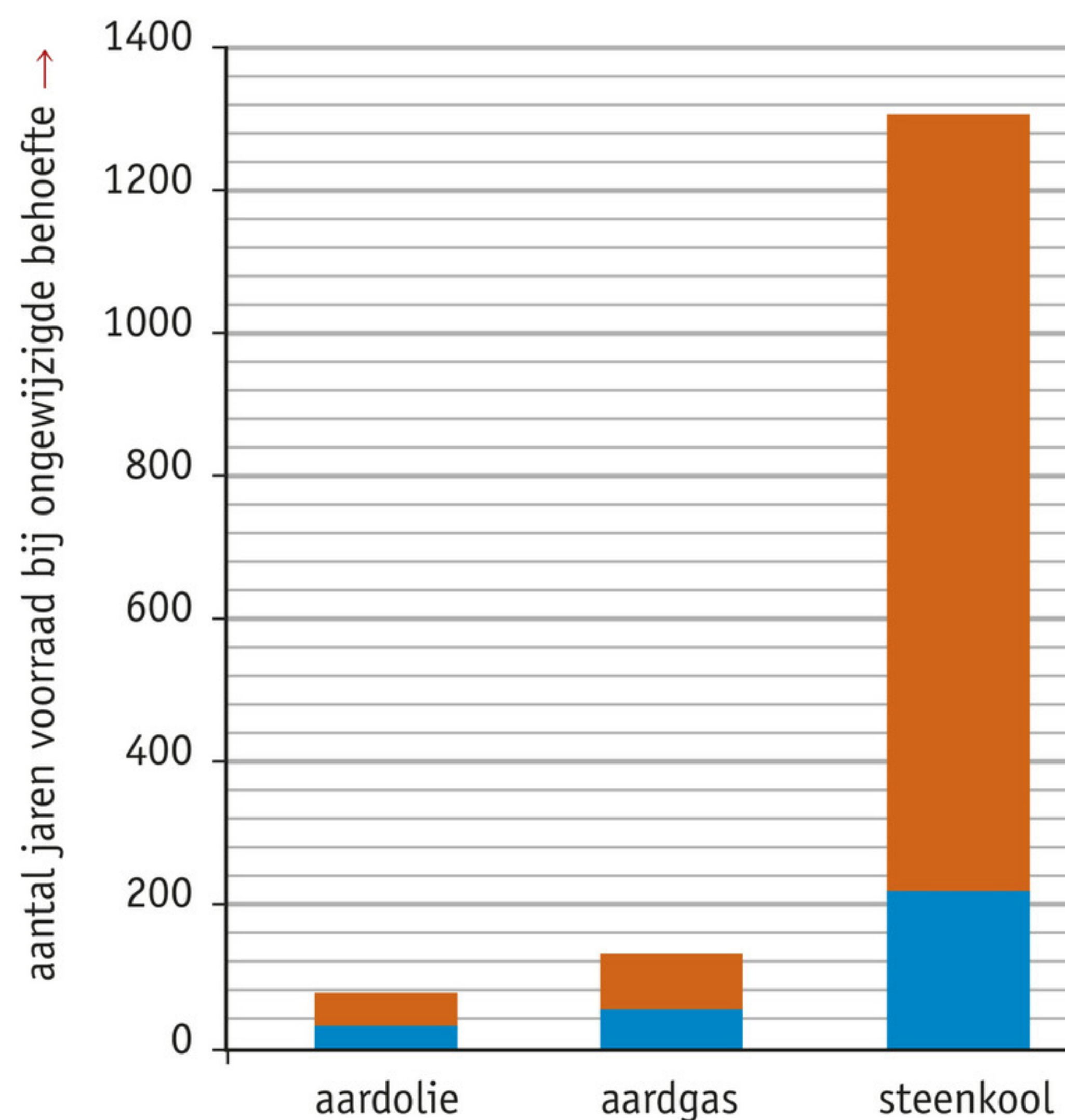


NADELEN VAN FOSSIELE BRANDSTOFFEN

Het verbruik van fossiele brandstoffen heeft grote nadelen. Bij de verbranding van fossiele brandstoffen ontstaat **koolstofdioxide**. Koolstofdioxide is een van de belangrijkste oorzaken van de **opwarming van de aarde**. In basisstof 3 leer je hier meer over. Een ander nadeel is dat bij de verbranding van steenkool en aardolie afvalstoffen ontstaan die **luchtverontreiniging** veroorzaken.

Doordat we veel fossiele brandstoffen verbruiken, raakt de voorraad fossiele brandstoffen uitgeput. De verwachting is dat de voorraden aardolie, aardgas en steenkool over niet al te lange tijd op zullen zijn (zie afbeelding 17).

▼ Afb. 17 Hoelang gaan de voorraden fossiele brandstoffen in de aarde nog mee?



Legenda: ● direct winbare reserves

● extra voorraden die moeilijk zijn te winnen

KERNENERGIE

De 'brandstof' voor kernenergie is uranium. In een kerncentrale worden atoomkernen van uranium gesplitst. Hierbij komt erg veel energie vrij in de vorm van warmte. Met deze warmte wordt elektriciteit opgewekt. Dat gebeurt in een kernenergiecentrale. Het voordeel van kernenergie is dat er geen luchtverontreiniging ontstaat en dat er geen koolstofdioxide vrijkomt. Een groot nadeel van kernenergie is radioactief afval. Radioactief afval geeft straling af die schadelijk en dodelijk kan zijn voor de mens en de natuur. Vroeger werd al het afval opgeslagen, maar tegenwoordig wordt 95% hergebruikt. Radioactief afval blijft voor ongeveer 10 000 jaar gevaarlijk. In Nederland wordt niet veel radioactief afval geproduceerd: per gezin minder dan 0,5 gram. Voor heel Nederland is dit niet meer dan een heel grote koelkast.

▼ **Afb. 18** De kernramp bij Fukushima.

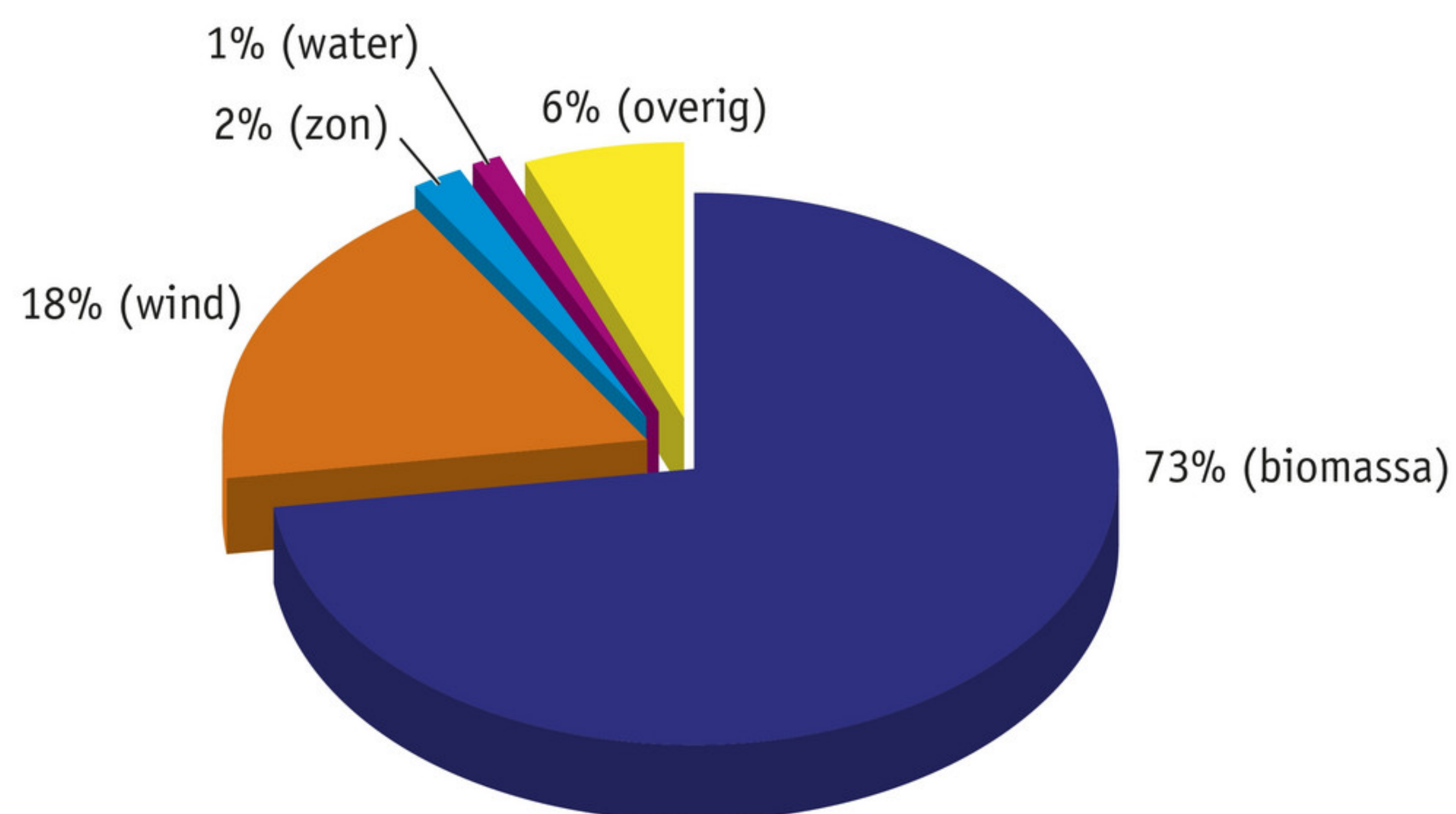
Ongelukken in kerncentrales kunnen rampzalige gevolgen hebben. Een voorbeeld is de kernramp in Fukushima in Japan in 2011, waarbij veel radioactieve straling vrijkwam (zie afbeelding 18). In het gebied waar de kernreactor stond, kan voor lange tijd niemand wonen door de radioactieve straling.

WB OPDRACHT 5 EN 6 BLZ. 63

DUURZAME ENERGIE

Om de voorraad fossiele brandstoffen niet verder uit te putten wordt steeds meer gebruikgemaakt van duurzame energie. **Duurzame energie** is energie die geen milieuvervuiling veroorzaakt en waarbij de energiebron niet opdraait. Voorbeelden van duurzame energie zijn energie uit biobrandstoffen (biomassa), windenergie, zonne-energie en waterkracht. Voor duurzame energie wordt steeds vaker gekozen, omdat het beter is voor het milieu en omdat de fossiele brandstoffen uitgeput raken.

Het grootste deel van de duurzame energie die in Nederland wordt opgewekt komt uit biomassa (zie afbeelding 19). **Biomassa** bestaat uit alle energierijke stoffen van organisch materiaal, zoals hout, groente-, fruit- en tuinafval, mest en plantaardige olie. Biomassa kan als brandstof worden gebruikt. Bij de verbranding hiervan ontstaat weliswaar koolstofdioxide, maar dat is door planten tijdens hun groei ook uit de lucht opgenomen. Daardoor stijgt de hoeveelheid koolstofdioxide in de lucht niet.

▼ **Afb. 19** Bronnen van duurzame energie in Nederland (2014).

Tegenwoordig worden ook speciaal planten gekweekt om **biobrandstoffen** te maken. In Brazilië verbouwen mensen bijvoorbeeld suikerriet om daarmee alcohol te maken. De motoren van auto's kunnen geschikt worden gemaakt voor rijden op alcohol. Ook kan olie worden gewonnen uit bijvoorbeeld zonnebloemen, koolzaad en oliepalmen. Uit deze olie kan **biodiesel** worden gemaakt. Daar kunnen auto's op rijden.

Om de gewassen voor biobrandstof te verbouwen, is veel landbouwgrond nodig. Er blijft dan minder grond over om voedsel te verbouwen. Veel mensen vinden daarom dat planten verbouwen voor biobrandstof niet duurzaam is. Tegenwoordig worden ook speciaal algen gekweekt voor de productie van biobrandstoffen. Om algen te kweken is minder grond nodig dan om planten te verbouwen (zie afbeelding 20).

▼ Afb. 20

Biodiesel uit algen

Algen worden gezien als de nieuwe bron van biodiesel. Algen kunnen op kleine oppervlakken groeien. Een Nederlands bedrijf kweekt grote hoeveelheden algen in een soort vijvers. Door extra koolstofdioxide toe te voegen wordt de groei gestimuleerd. Na enige tijd worden de algen geoogst. Vervolgens worden de algen geperst, waardoor er plantenolie uit komt. Deze olie is te gebruiken in een bio-energiecentrale of kan worden omgezet in biodiesel.



Windmolens zetten **windenergie** om in elektrische energie. De opgewekte elektriciteit gaat naar het elektriciteitsnet. Daardoor is minder elektriciteit uit elektriciteitscentrales nodig, waardoor minder fossiele brandstoffen verbrand hoeven te worden. Het gebruik van energie uit de wind is niet nieuw. Vroeger werd windenergie ook al als energiebron gebruikt, bijvoorbeeld door molens en zeilboten.

Windmolens hebben ook nadelen. Veel mensen vinden windmolens in de natuur geen mooi gezicht. Dit wordt **horizonvervuiling** genoemd (zie afbeelding 21). Daarom ontwikkelt men tegenwoordig windmolenparken in de Noordzee.

► Afb. 21 Windmolens zorgen voor horizonvervuiling.



Bij **zonne-energie** wordt de energie van de zon direct gebruikt. Zonne-energie wordt bijvoorbeeld gebruikt door zonneboilers en zonnepanelen (zie afbeelding 22). **Zonneboilers** bevatten water, dat door de zon wordt verwarmd. Met het warme water kun je douchen of de was doen. In **zonnepanelen** wordt elektriciteit opgewekt door zonlicht. Zonnepanelen worden steeds goedkoper en efficiënter. Daardoor zal het in de toekomst mogelijk zijn ook op bewolkte dagen genoeg energie op te wekken.

► **Afb. 22** Zonne-energie.

▼ **Afb. 23** Een watermolen.



1 zonnepanelen



2 een zonneboiler

Vroeger werd **waterkracht** ook al gebruikt, bijvoorbeeld om hout te zagen en graan te malen (zie afbeelding 23). Tegenwoordig worden in rivieren grote stuwdammen gebouwd, waarmee elektriciteit wordt opgewekt. Door de aanleg van een stuwdam ontstaat een stuwmeer. Een groot gebied komt dan onder water te staan. Hierdoor verandert het milieu (zie afbeelding 24). Nederland is te vlak om grote stuwdammen te bouwen. Wel zijn er kleine stuwdammen gebouwd in de Maas en de Rijn, maar deze leveren weinig energie.

WB OPDRACHT 7 T/M 9 BLZ. 64

▼ **Afb. 24**

Milieuverandering door reusachtige stuwdam

De Drieklovendam in de rivier de Jangtsekiang in China is de grootste stuwdam ter wereld. De centrale levert bijna evenveel elektriciteit als in heel Nederland in één jaar wordt verbruikt. De dam heeft ook nadelige gevolgen. Bij de aanleg van de stuwdam is een groot gebied onder water komen te staan. Daardoor moesten meer dan één miljoen mensen verhuizen. Bijzondere en bedreigde diersoorten, zoals de Jangtse-dolfijn, dreigen uit te sterven doordat de dam de doorgang belemmert.



de Drieklovendam in China

3 Het broeikaseffect

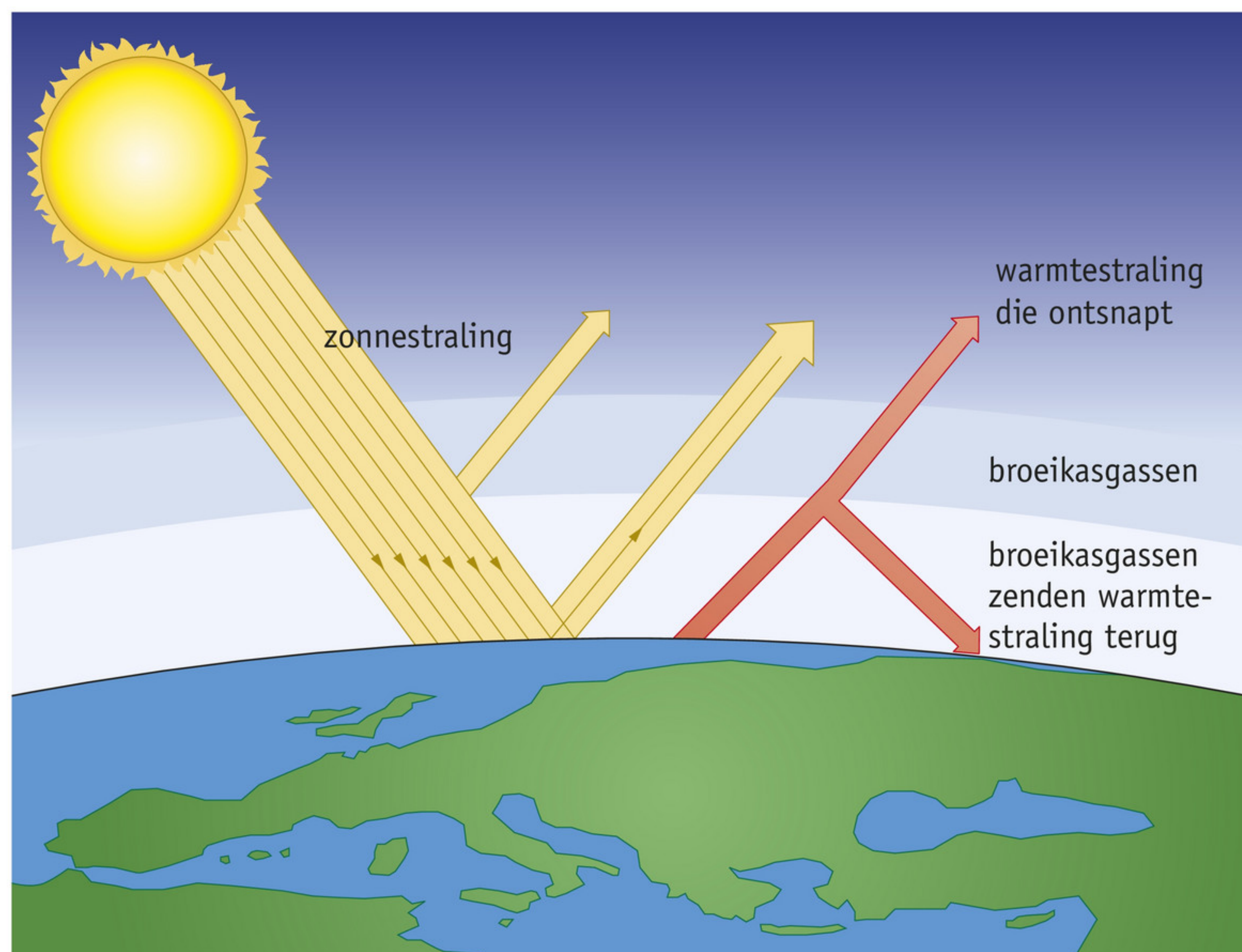
Het klimaat op aarde wordt voor een groot deel bepaald door de **dampkring**. De dampkring (of **atmosfeer**) is de luchtlaag rondom de aarde. De dampkring is een mengsel van verschillende gassen. De gassen in de dampkring laten een deel van de zonnestraling door naar de aarde. De rest van de straling wordt teruggekaatst.

Op de aarde wordt een deel van de zonnestraling omgezet in warmte. De aarde straalt deze warmte ook weer uit. Door bepaalde gassen in de dampkring wordt de **warmte-uitstraling** voor een deel tegengehouden (zie afbeelding 25). Hierdoor wordt het warmer op aarde.

De werking van de gassen die de warmte-uitstraling tegenhouden, is te vergelijken met een broeikas (een plantenkas). Ook een (broei)kas houdt de warmte die binnenkomt vast. De werking van de gassen die de warmte-uitstraling tegenhouden, heet daarom het **broeikaseffect**. De gassen in de dampkring die het broeikaseffect veroorzaken, worden **broeikasgassen** genoemd. **Waterdamp** en **koolstofdioxide** zijn de belangrijkste broeikasgassen. Door het broeikaseffect is de gemiddelde temperatuur op aarde 15 °C. Zonder broeikasgassen zou de gemiddelde temperatuur op aarde -18 °C zijn en zou er waarschijnlijk geen leven op aarde zijn ontstaan.

WB OPDRACHT 10 BLZ. 66

► **Afb. 25** Het natuurlijke broeikaseffect.



HET VERSTERKTE BROEIKASEFFECT

In de afgelopen honderd jaar is de gemiddelde temperatuur op aarde ongeveer 0,8 °C gestegen. In Nederland is de gemiddelde temperatuur nog meer gestegen (zie afbeelding 26). Volgens de meeste onderzoekers stijgt de temperatuur, doordat de mens steeds meer broeikasgassen aan de dampkring afgeeft (zie afbeelding 27). De dampkring houdt daardoor meer warmte-uitstraling tegen, waardoor de temperatuur op aarde stijgt. In de afgelopen honderd jaar zijn mensen steeds meer fossiele brandstoffen gaan gebruiken. Bij de verbranding daarvan ontstaat koolstofdioxide. Vooral door de toename van koolstofdioxide in de lucht wordt het broeikaseffect versterkt. Maar er zijn ook andere factoren die een rol spelen (zie afbeelding 28).

WB OPDRACHT 11 T/M 13 BLZ. 67

▼ Afb. 26

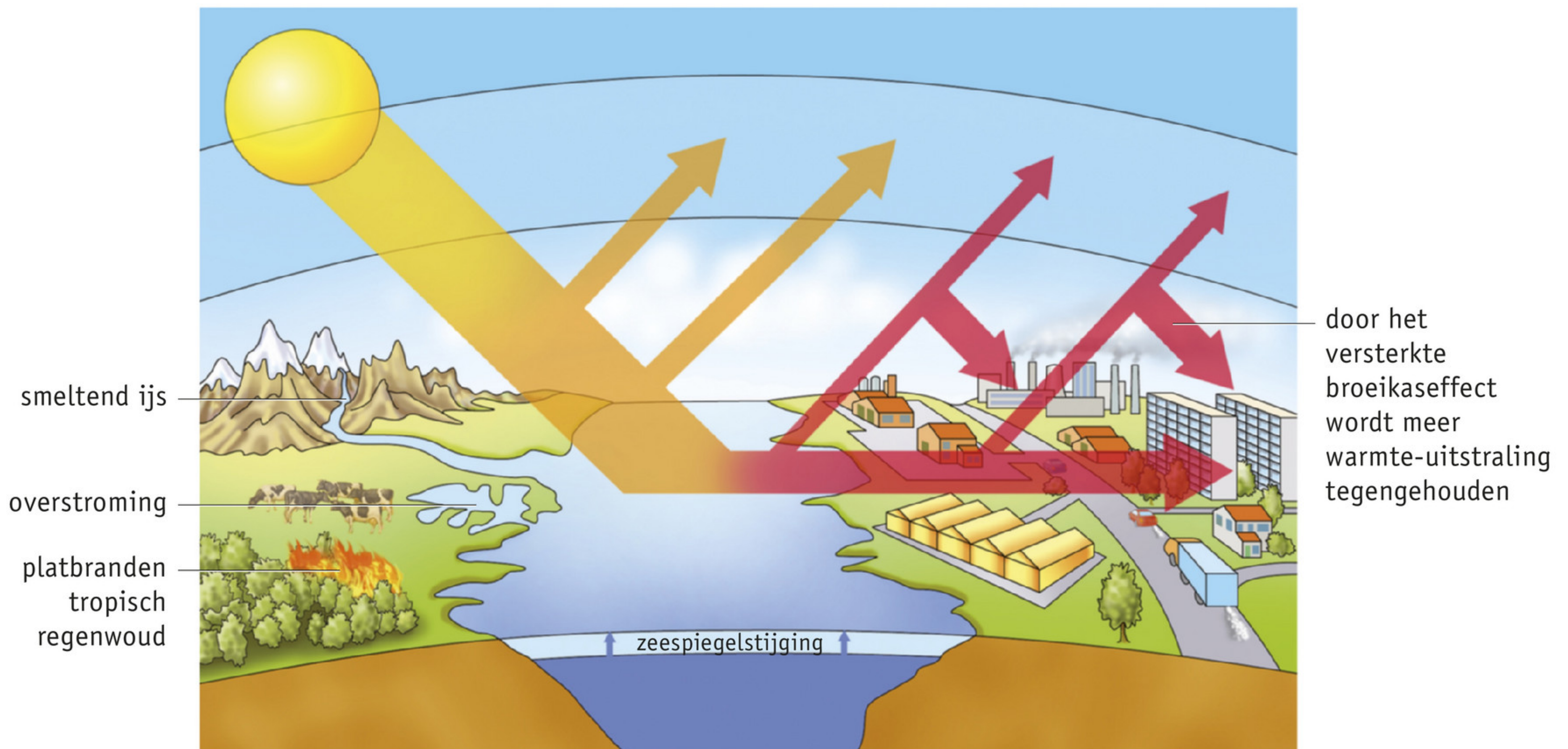
Franse temperaturen in Nederland

Het klimaat in Nederland en West-Europa verandert sneller dan in de rest van de wereld. In zijn nieuwste klimaatrapport schrijft het KNMI dat Nederland sinds 1950 2 x zo snel is opgewarmd als de gemiddelde wereldtemperatuur.

In 2006 en 2007 had Nederland een gemiddelde temperatuur die normaal is voor steden in Frankrijk. Het warmere klimaat leidt volgens het KNMI tot meer regen. In een eeuw tijd is de hoeveelheid neerslag in Nederland met bijna 20% toegenomen. Anderzijds waren er de laatste jaren langere perioden van droogte. Vooral de boeren merken de effecten van de klimaatverandering. Hun akkers zijn óf kurkdroog óf ze staan tijden onder water.



▼ Afb. 27 Het versterkte broeikaseffect.



▼ Afb. 28

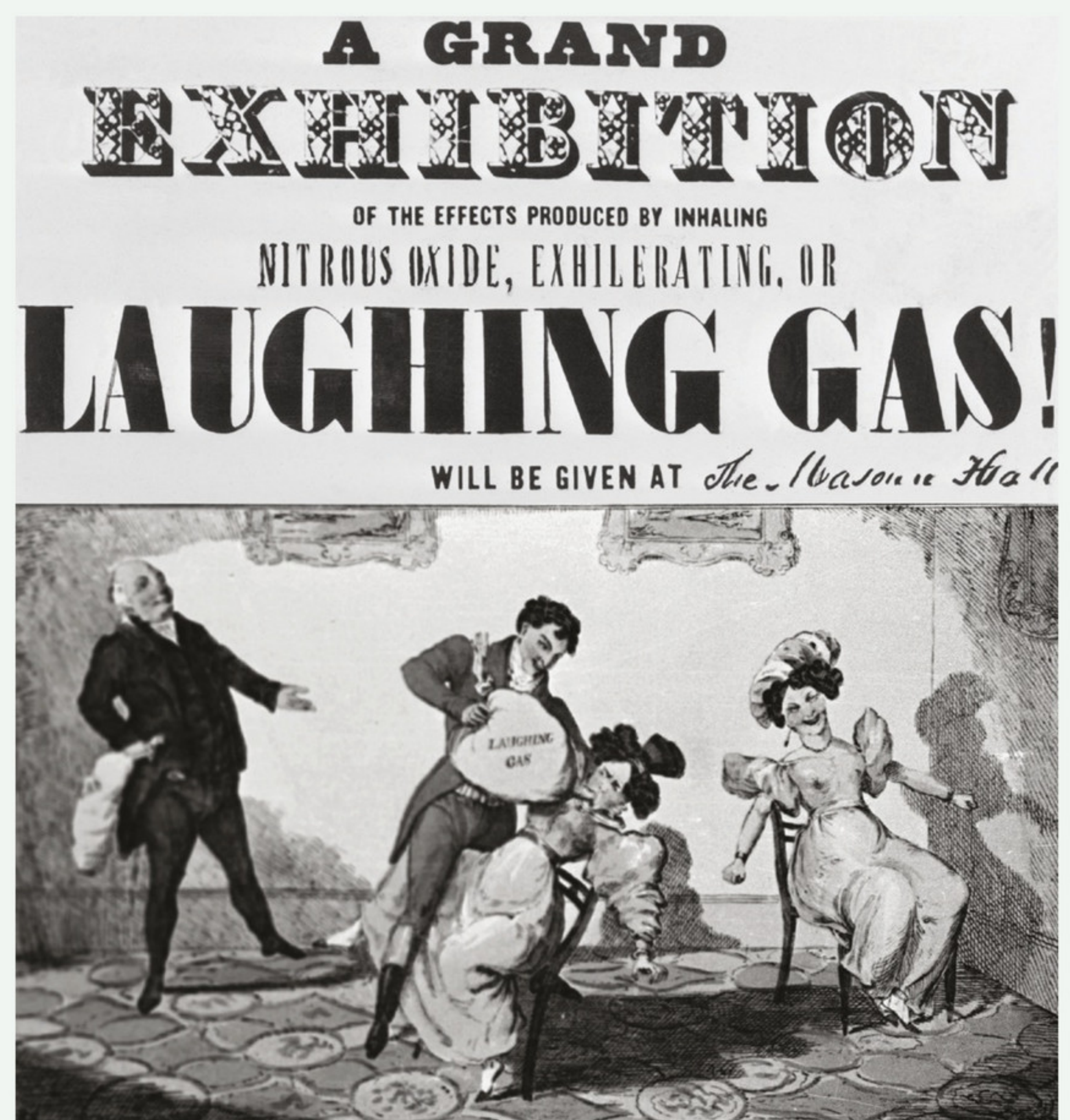
Lachgas is voor de natuur niet grappig

Lachgas is schadelijk voor het leven op aarde. Het draagt bij aan het versterkte broeikaseffect.

Lachgas werd eind achttiende eeuw ontdekt. Niet lang daarna werd het door dokters gebruikt als narcosemiddel. In de negentiende eeuw werd het ook een kermisattractie: lachende toeschouwers keken toe hoe anderen het gas inademden en in een roes kwamen, of omvielen en buiten westen raakten. Tegenwoordig wordt lachgas ook gebruikt om slagroom uit spuitbussen te spuiten.

Lachgas komt voor in de dampkring. In de natuur ontstaat lachgas door bacteriën. Ongeveer 70% van het lachgas in de dampkring is afkomstig uit de natuur, de rest komt van menselijke activiteit.

De broeikas-versterkende werking van lachgas is 300 x zo groot als die van koolstofdioxide. Maar de concentratie koolstofdioxide in de lucht is vele malen groter dan die van lachgas. Toch is lachgas voor ongeveer 7% verantwoordelijk voor het broeikaseffect.



4 Klimaatverandering

Over de gevolgen van het versterkte broeikaseffect is nog niet alles bekend. Wel is duidelijk dat er een klimaatverandering kan optreden. We spreken van een **klimaatverandering** als het weertype gedurende een periode van meerdere jaren verandert. Zo'n verandering is bijvoorbeeld de stijging van de gemiddelde temperatuur op aarde.

Doordat het warmer wordt, worden ook de zeeën en oceanen warmer. Het water zet dan uit en neemt meer ruimte in. Daardoor stijgt de **zeespiegel**. De zeespiegel zal ook stijgen doordat het ijs op de Zuidpool en van gletsjers smelt (zie afbeelding 29). Het smeltende ijs komt in zee terecht. Door stijging van de zeespiegel kunnen laaggelegen gebieden overstroomd. Ook het ijs van de Noordpool smelt, maar dat heeft weinig gevolgen voor de zeespiegel (zie afbeelding 30). Dit komt, doordat het ijs daar in zee drijft.

► **Afb. 29** Een gletsjer.



▼ **Afb. 30**



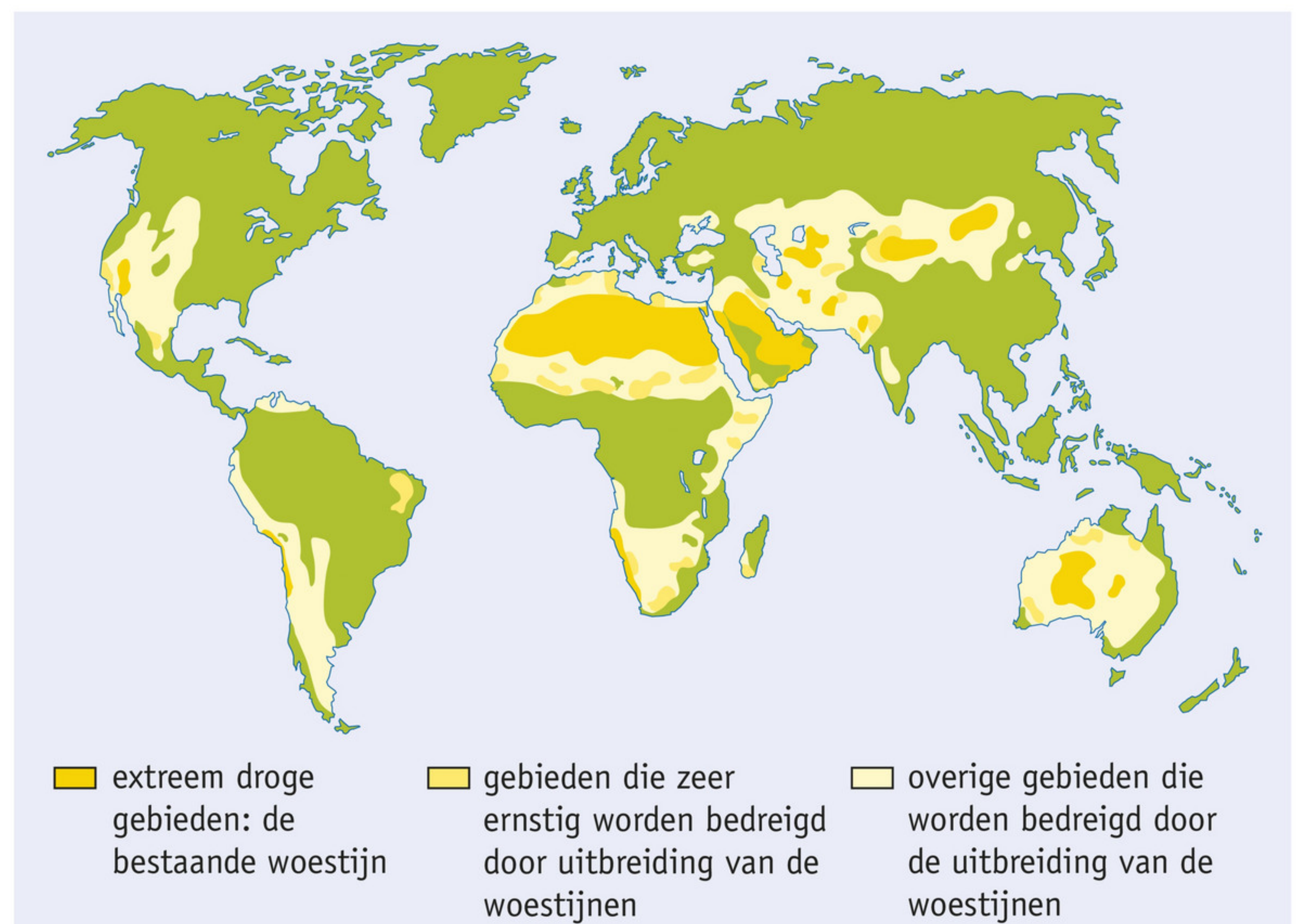
Door opwarming van de aarde wordt vaker vanuit China via de noordelijke zeeroute naar de haven van Rotterdam gevaren. Deze route is 5000 km korter.

Hogere temperatuur leiden in sommige gebieden tot droogte. Daardoor worden woestijnen groter (zie afbeelding 31).

Volgens sommige onderzoekers zal de voedselvoorziening in gevaar komen, doordat de landbouw in grote gebieden onmogelijk wordt. Volgens andere onderzoekers zal het versterkte broeikaseffect juist gunstig zijn voor de landbouw. Door een hogere temperatuur groeien voedingsgewassen beter. De gewassen leveren daardoor meer voedsel op. Bovendien zouden delen van de aarde die nu te koud zijn voor landbouw, door de hogere temperatuur wel geschikt kunnen worden voor landbouw.

WB OPDRACHT 14 BLZ. 69

► **Afb. 31** De uitbreiding van woestijnen.



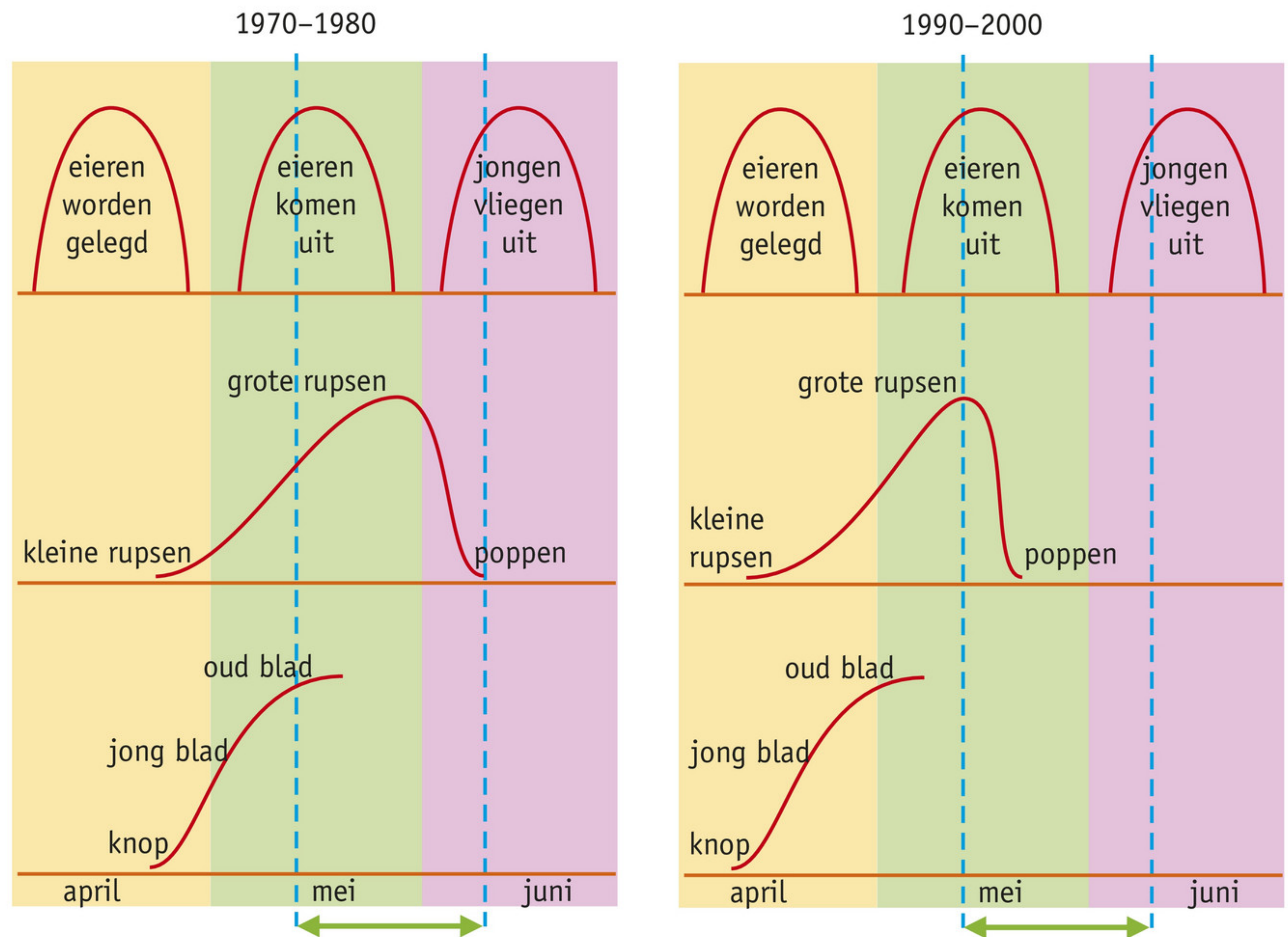
▼ **Afb. 32** Verwacht wordt dat het korhoen door de klimaatverandering uit Nederland zal verdwijnen.



VERANDERINGEN IN DE NATUUR

De gevolgen van de klimaatverandering zijn in de natuur al goed merkbaar. In Nederland komen nu planten- en diersoorten voor die vroeger alleen voorkwamen in zuidelijker gebieden zoals België en Frankrijk. Er zijn ook soorten die minder voorkomen of zelfs zijn verdwenen (zie afbeelding 32). Doordat het 's winters zachter en in het voorjaar warmer is geworden, is het jaarritme van veel soorten veranderd. Bomen krijgen vroeger in het jaar bladeren en veel planten bloeien eerder. Voor sommige voedselketens heeft dit ernstige gevolgen. De voedselketen eik → rups → koolmees bijvoorbeeld raakt door de opwarming verstoord. Koolmezen voeren hun jongen graag rupsen van de wintervlinder. Deze rupsen eten eikenbladeren. Doordat de eiken eerder in blad komen, verschijnen de rupsen van de wintervlinder ook eerder in het jaar. Maar de koolmezen leggen hun eieren nog steeds in dezelfde tijd van het jaar. In de periode dat de eieren van een koolmees zijn uitgekomen en de jongen moeten worden gevoerd, zijn er niet voldoende rupsen meer beschikbaar (zie afbeelding 33).

▼ **Afb. 33** Klimaatverandering verstoort de voedselketen eik → rups → koolmees.



↔ = periode waarin de vogels hun jongen voeren

GEVOLGEN VOOR DE GEZONDHEID

Door de opwarming van de aarde neemt het aantal warme dagen in Nederland toe. Bij warmer weer neemt het aantal sterfgevallen toe. Door een hittegolf stierven in augustus 2003 naar schatting vijfhonderd mensen meer dan normaal in augustus.

Door de klimaatverandering komen ook sommige ziekten vaker voor. Een voorbeeld is de ziekte van Lyme. Deze ziekte wordt veroorzaakt door een bacterie die door teken wordt overgebracht (zie afbeelding 34). In de periode van 2007-2013 is het aantal gevangen teken meer dan verdubbeld. Bij warm en vochtig weer verspreiden teken zich het meest. De ziekte van Lyme is daardoor gevoelig voor klimaatveranderingen.

WB OPDRACHT 15 T/M 17 BLZ. 70

► **Afb. 34** Een teek.



1 een teek steekt zijn kop in de huid en zuigt bloed op



2 bij besmetting met Lyme ontstaat na enkele dagen een rode vlek op de plek van de tekenbeet

5 Afval en afvalverwerking

▼ **Afb. 35** Afval van mensen.



► **Afb. 36**



1 afval van planten



2 ook een gestorven dier is afval

▼ **Afb. 37** Biologisch afbreekbaar afval.



De mens produceert ook afval dat niet door bacteriën en schimmels kan worden afgebroken. We noemen dat **niet-biologisch afbreekbaar afval** (zie afbeelding 38). Voorbeelden van niet-biologisch afval zijn producten van glas, metaal en steen.

Tegenwoordig worden ook veel producten gemaakt van **kunststoffen**, zoals plastic, nylon of piepschuim (zie afbeelding 39). Deze kunststoffen zijn bijna nooit biologisch afbreekbaar. Producten van kunststof blijven jarenlang in het milieu bestaan. Sommige kunststoffen verbrekken na verloop van tijd tot kleinere stukjes. Die kleine stukjes zijn vaak gevaarlijk (zie afbeelding 40).

WB OPDRACHT 18 T/M 23 BLZ. 72

▼ **Afb. 38** Niet-biologisch afbreekbaar afval.



▼ **Afb. 39** Producten van kunststoffen.



▼ **Afb. 40**

Plastic soep

In de Stille Oceaan drijft een enorme vuilnisbelt van plastic afval. Het gebied is zo groot als Frankrijk, Spanje en Portugal samen. Het plastic in deze vuilnisbelt is vaak niet zichtbaar voor het oog. Dat komt doordat het plastic onder invloed van zonlicht en golven uiteenvalt in steeds kleinere deeltjes. Op die manier is er een soep van plastic ontstaan. Ook in de Atlantische Oceaan en in de Indische Oceaan komen vuilnisbelten van plastic voor.

Deze plastic soep is een bedreiging voor al het leven in de oceanen. Insecten, zoals de zeeschaatser, leggen massaal eitjes op de kleine stukjes plastic. Deze eitjes worden samen met de kleine stukjes plastic gegeten door onder andere krabben. Op die manier komen plastic deeltjes in de voedselketen terecht. Uiteindelijk bereikt het plastic via de voedselketen roofvissen, vogels en zeehonden. De gevolgen hiervan verschillen van vergiftiging tot verstoring van de

hormoonhuishouding. Ook de schelpdieren en vissen die door mensen gegeten worden, krijgen plastic binnen. Daardoor komt het plastic uiteindelijk ook in het lichaam van mensen terecht.



HUISHOUDELIJK AFVAL

Afval van huishoudens is **huishoudelijk afval**. In Nederland wordt jaarlijks zo’n negen miljard kilogram huishoudelijk afval opgehaald. Dit afval bestaat uit **huisvuil** en **grofvuil**. Met grofvuil bedoelen we oude meubels, matrassen, enzovoort (zie afbeelding 41). In afbeelding 42 is weergegeven hoe het huisvuil is samengesteld.

Het bedrijfsleven produceert daarnaast nog zo’n 45 miljard kilogram afval per jaar. Voorbeelden hiervan zijn autowrakken, oude autobanden, sloopafval en landbouwafval. Al dat afval moet worden ingezameld en verwerkt.

► Afb. 41 Grofvuil.



► Afb. 42 De samenstelling van huisvuil.



- Legenda:
- | | |
|---|--------------|
| groente-, fruit- en tuinafval (gft-afval) | textiel |
| papier en karton | metalen |
| plastic en andere kunststoffen | overig afval |
| glas | |

GESCHEIDEN INZAMELING VAN AFVAL

In vrijwel alle gemeenten van Nederland wordt het huisvuil gescheiden ingezameld. Veel mensen hebben thuis **afvalcontainers** (zie afbeelding 43). Eén container is voor het groente-, fruit- en tuinafval. Groente-, fruit en tuinafval wordt meestal afgekort tot **gft-afval**. De **gft-container** is meestal groen. Een andere container is voor het afval dat niet gescheiden kan worden ingezameld. In sommige gemeenten moet je voor dit **restafval** een vuilniszak gebruiken. In veel gemeenten worden ook papier, glas, plastic, textiel en klein chemisch afval gescheiden ingezameld. Vaak staan hiervoor containers bij supermarkten of winkelcentra (zie afbeelding 44).

▼ **Afb. 43** Afvalcontainers.



▼ **Afb. 44**



1 glasbak



2 papierbak

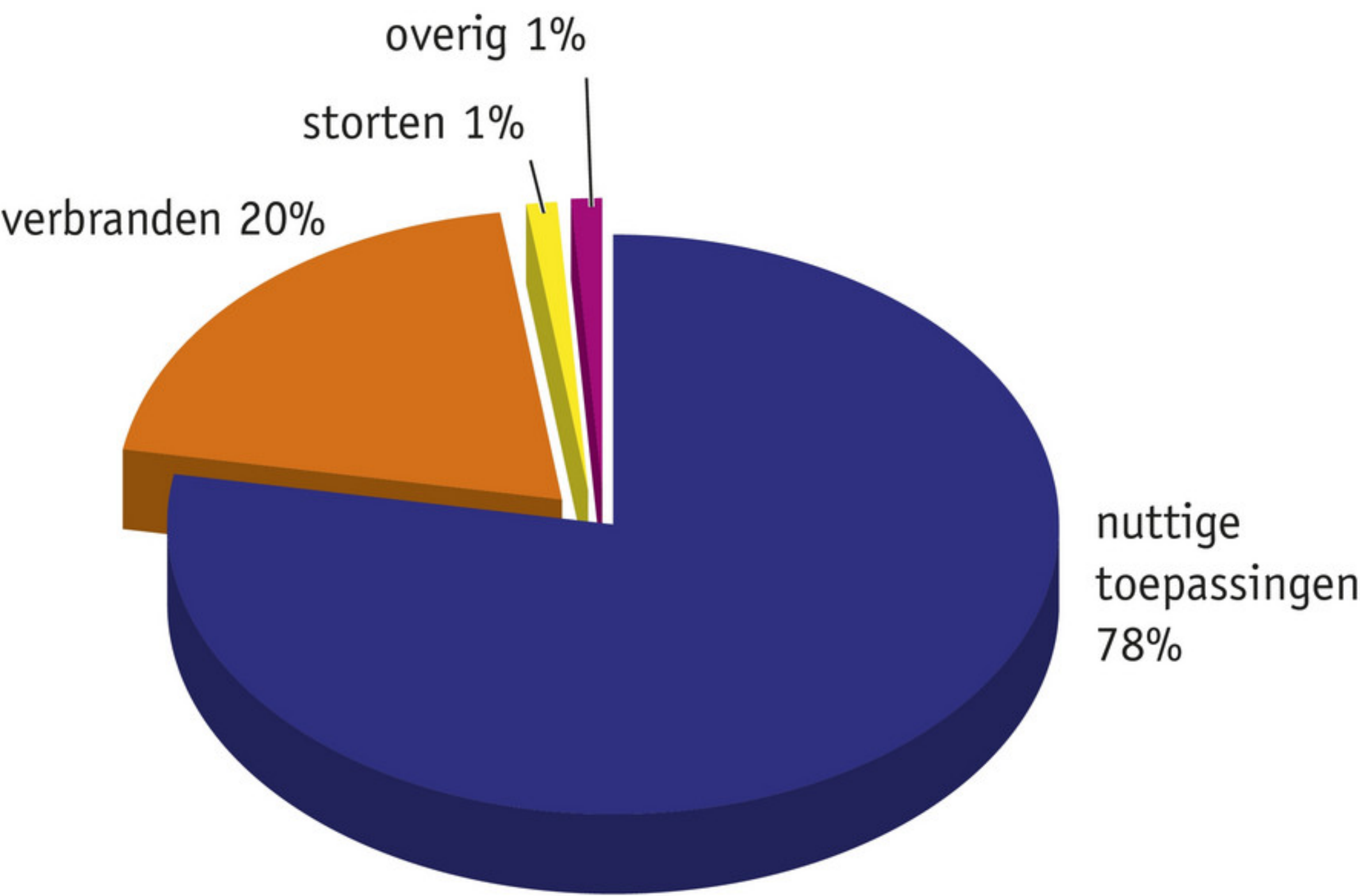


3 textielbak

VERWERKING VAN AFVAL

Door gescheiden inzameling van afval kunnen veel afvalproducten op een milieuvriendelijke manier worden verwerkt. Gescheiden afval kan op drie manieren verder worden verwerkt. Het kan worden verbrand, gestort of gebruikt voor nuttige toepassingen. Vormen van verwerking voor nuttige toepassingen zijn recyclen, hergebruik en composteren. In 2010 werd in Nederland ongeveer 78% van het afval gebruikt voor nuttige toepassingen, 20% werd verbrand en 1% werd gestort (zie afbeelding 45).

► **Afb. 45** De verwerking van gescheiden afval in Nederland in 2010.



Bij **hergebruik** wordt een voorwerp opnieuw gebruikt, zoals statiegeldflessen (zie afbeelding 46). Bij **recycling** worden afvalproducten als grondstoffen gebruikt voor nieuwe producten. Papier, glas, metalen en kleding worden voor een groot deel gerecycled. Van auto's en elektrische apparaten (zoals tv's en computers) worden eerst de onderdelen uit elkaar gehaald. Dit noem je **demonteren**. Na demontage kunnen sommige onderdelen opnieuw worden gebruikt (zie afbeelding 47). De andere onderdelen worden zo veel mogelijk verwerkt tot grondstoffen voor nieuwe producten. Hierdoor komen veel minder giftige stoffen in het milieu.

▼ **Afb. 46** Statiegeldflessen worden hergebruikt.



▼ **Afb. 47** Een auto-demontagebedrijf.



Bij **composteren** wordt gft-afval afgebroken door reducenten (schimmels en bacteriën). Je hebt geleerd dat daarbij voedingsstoffen voor planten vrijkomen. Zo ontstaat uit gft-afval een soort mest met veel voedingsstoffen voor planten. Deze mest heet **compost** (zie afbeelding 48). Composteren is milieuvriendelijk, omdat voedingsstoffen uit gft-afval worden gebruikt om planten te laten groeien.

Van het huishoudelijk afval wordt 20% verbrand. **Verbranden** gebeurt in grote verbrandingsovens (zie afbeelding 49). Bij de verbranding komt **warmte** vrij. Een groot deel van deze warmte wordt gebruikt om elektriciteit op te wekken en om huizen en kassen te verwarmen.

Een klein deel van het afval (ongeveer 2%) wordt gestort op vuilnisbelten. **Storten** is de gemakkelijkste en goedkoopste manier van afvalverwerking. Maar storten heeft verschillende nadelen. Een vuilnisbelt kan erg stinken en er leeft vaak veel ongedierte.

▼ **Afb. 48** Compost.



▼ **Afb. 49** Verbrandingsoven.



▼ Afb. 50 Een milieustraat.



Veel gemeenten hebben een **milieustraat** (zie afbeelding 50). Deze wordt ook wel afvalstraat of gemeentewerf genoemd. Inwoners van een gemeente kunnen daar zelf afval naartoe brengen, zoals tuinafval, afval van een verbouwing, oud ijzer en oude meubelen. Ook is daar een depot voor klein chemisch afval. **Klein chemisch afval (kca)** is al het chemisch afval van huishoudens (zie afbeelding 51). Klein chemisch afval kun je ook inleveren bij de winkels of bedrijven waar je de producten hebt gekocht. Bijvoorbeeld oude medicijnen bij apotheken en lege batterijen bij fotozaken. De gemeente controleert afgegraven grond uit bijvoorbeeld tuinen op vervuiling. Grond kan daarna naar een grondbank worden gebracht (zie afbeelding 52). Vaak kan grond weer worden hergebruikt.

WB OPDRACHT 24 T/M 28 BLZ. 77

▼ Afb. 51 Klein chemisch afval.



▼ Afb. 52

Medewerker bij een grondbank

‘Hallo, mijn naam is Wilma. Ik werk bij een grondbank. Hier verzamelen wij onder andere grond die over is, bijvoorbeeld uit steden, dorpen en tuinen. Die grond wordt hiernaartoe gebracht, omdat er strenge milieuregels voor zijn. Je mag niet zomaar grond uit je tuin in de afvalcontainer of in het bos gooien. Van de grond die hier gebracht wordt, nemen we monsters. Deze worden in een laboratorium gekeurd. Er wordt dan onderzocht of er verontreinigingen in zitten, zoals zware metalen en asbest. Na de keuring krijgt de grond een kwaliteitswaarde. Schone grond kan goed worden hergebruikt. Als de grond iets te veel verontreinigingen bevat, kan deze soms nog wel worden gebruikt, bijvoorbeeld in een geluidswal langs een snelweg. Voor dit werk moet je nauwkeurig zijn, omdat er anders grond in een verkeerd gebied terecht komt. Bijvoorbeeld in een park waar kleine kinderen spelen. Ik moet onder andere controleren of de chauffeurs van de vrachtwagens de juiste transportformulieren bij zich hebben. Ook weeg ik de vrachtauto’s op de weegbrug en moet ik

administratieve handelingen verrichten. Het is leuk en afwisselend werk. Ik heb op de grondbank bijvoorbeeld veel contacten met mensen en ik leer veel over de bescherming van het milieu.’



Wilma aan het werk

6 Voedselproductie

Je hebt geleerd dat de wereldbevolking nog steeds groeit. Al die mensen moeten eten. Het voedsel voor mensen komt uit de landbouw. Bij **landbouw** horen alle activiteiten waarbij het natuurlijk milieu wordt aangepast voor de productie van planten en dieren voor menselijk gebruik. Er zijn drie soorten landbouw: **akkerbouw**, **veeteelt** en **tuinbouw** (zie afbeelding 53).

▼ **Afb. 53** Drie soorten landbouw.



1 akkerbouw



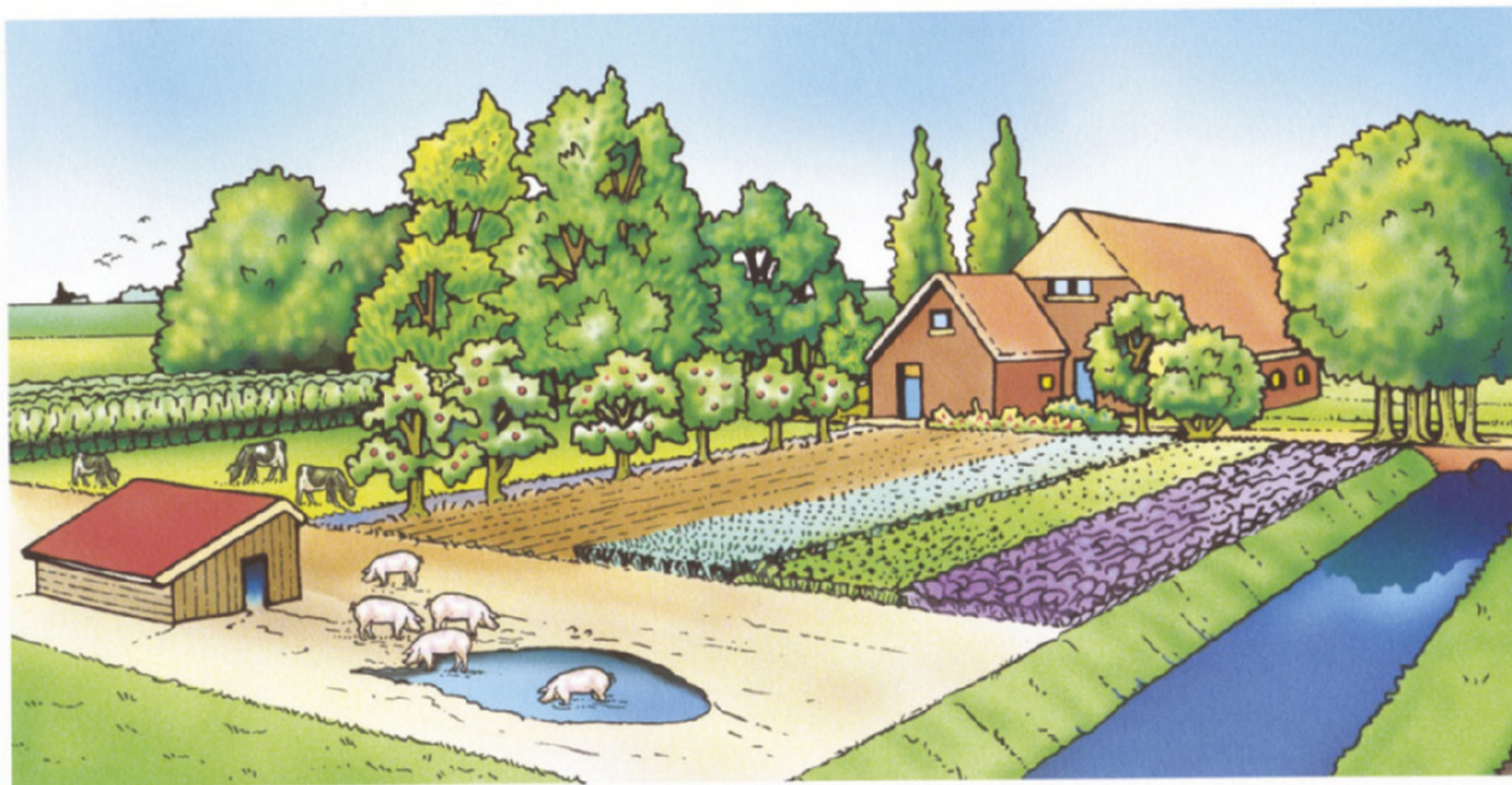
2 veeteelt



3 tuinbouw

De landbouw in Nederland is de laatste zestig jaar sterk veranderd. Tot 1950 waren de meeste landbouwbedrijven **gemengde bedrijven** (of **combinatiebedrijven**). De boeren bedreven zowel akkerbouw als veeteelt. Meestal verbouwden ze ook groenten (zie afbeelding 54). Tegenwoordig zijn de meeste bedrijven gespecialiseerd: er zijn akkerbouwbedrijven, veeteeltbedrijven en tuinbouwbedrijven.

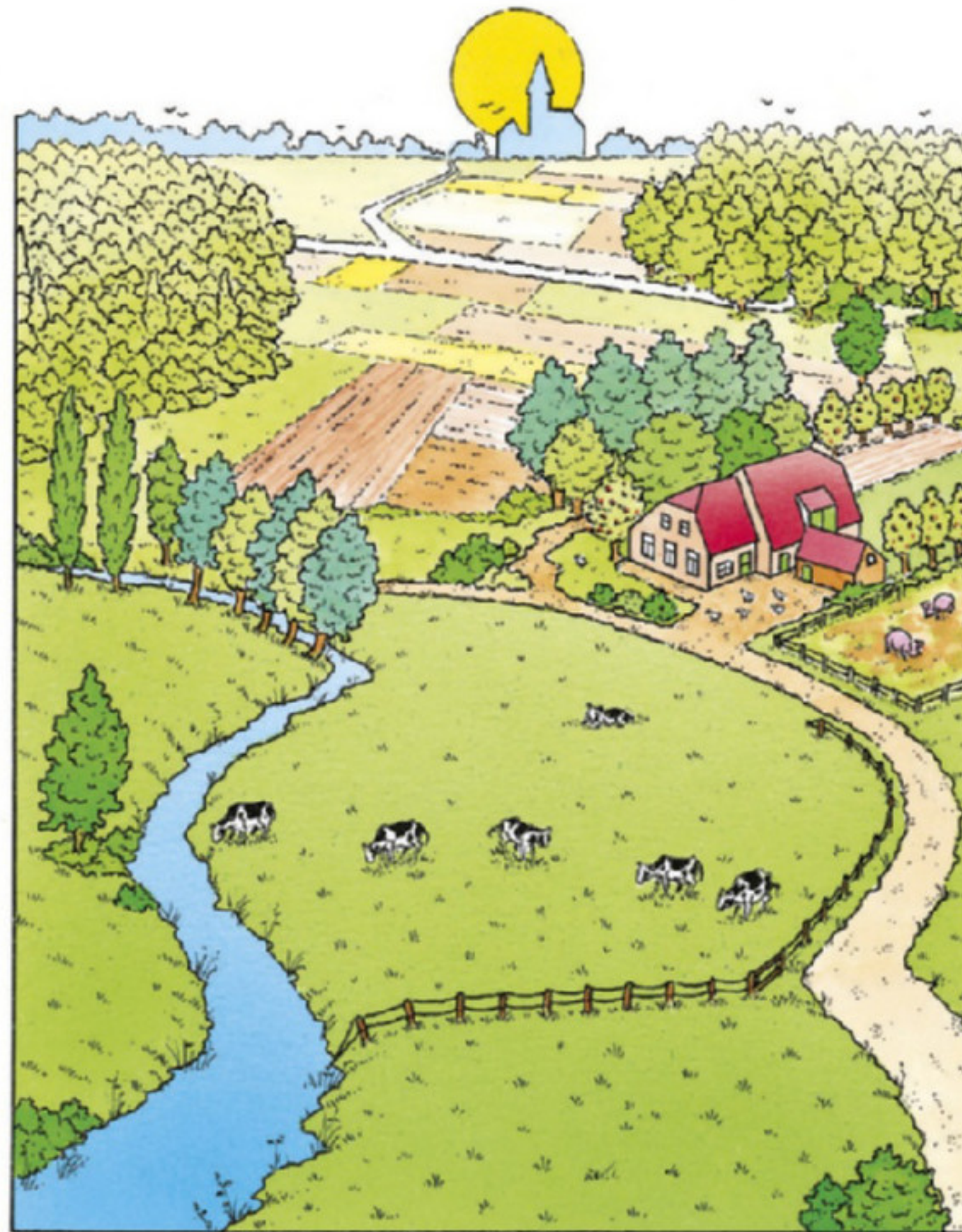
► **Afb. 54** Landbouw op een gemengd bedrijf.



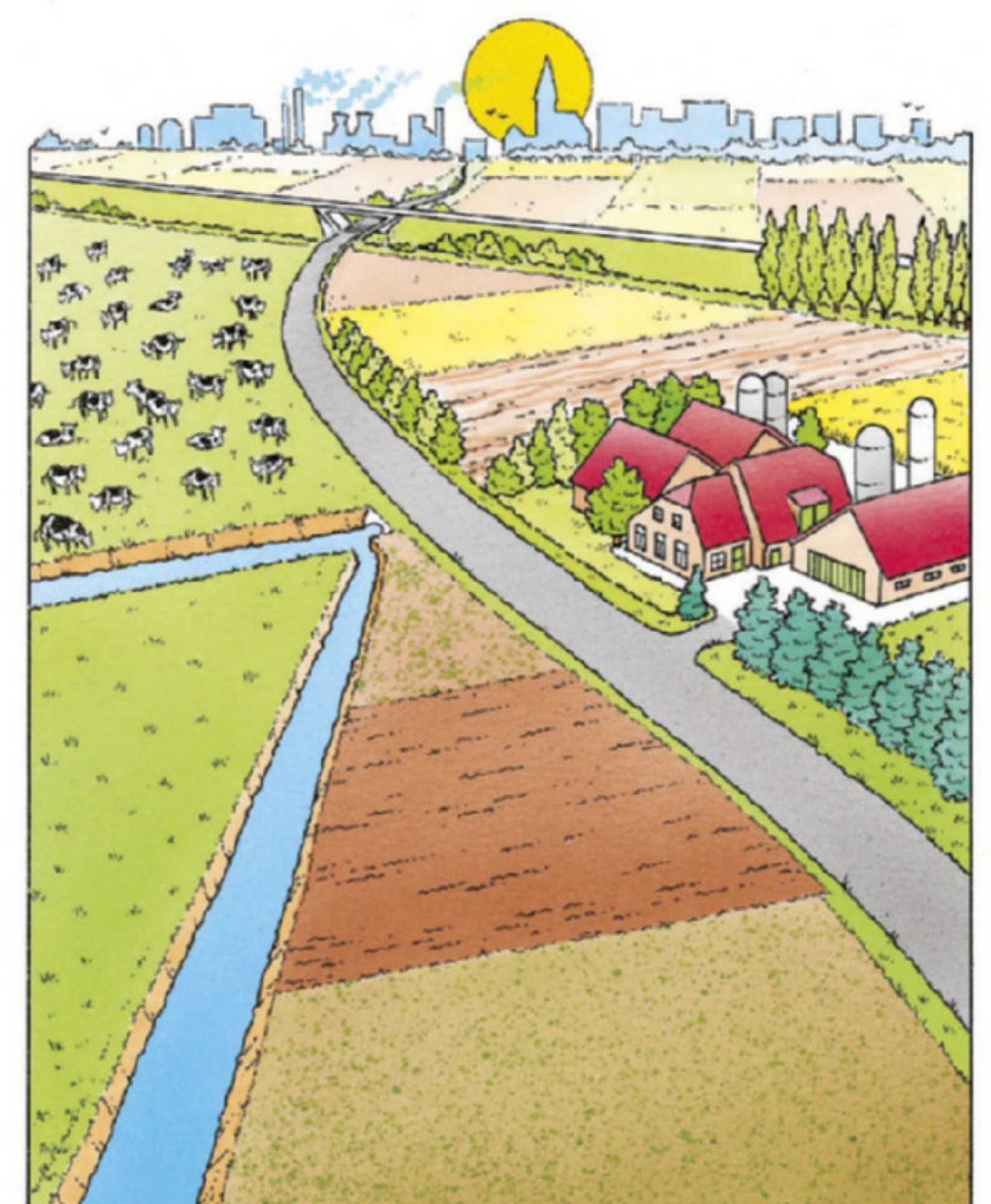
AKKERBOUW

Akkerbouwbedrijven zijn vaak grote bedrijven met heel veel grond. In de vorige eeuw zijn kleine akkers bij elkaar gevoegd tot grote akkers. Daardoor is het landschap sterk veranderd (zie afbeelding 55).

► **Afb. 55** Verandering van het landschap.



1 landschap in 1950



2 landschap in 2014

▼ **Afb. 56** Monocultuur.



▼ **Afb. 57** Bij monoculturen kunnen grote machines gebruikt worden.



Bij een **monocultuur** wordt op een grote akker maar één soort gewas verbouwd, bijvoorbeeld aardappelen, tarwe of suikerbieten (zie afbeelding 56). Monoculturen hebben grote voordelen. De boer kan grote machines gebruiken om de bodem snel en goedkoop te bewerken en om te oogsten met een hoge opbrengst (zie afbeelding 57).

Monoculturen hebben ook nadelen. Een monocultuur betekent veel voedsel voor insecten. Daardoor is er een grotere kans op insectenplagen. In een monocultuur staan de planten dicht op elkaar, waardoor ziekteverwekkers zich gemakkelijk verspreiden.

Akkerbouwers bestrijden insecten en de ziekteverwekkers vaak met **chemische gewasbeschermingsmiddelen** (gifstoffen). Veel chemische gewasbeschermingsmiddelen doden ook nuttige organismen, zoals regenwormen.

Planten gebruiken mineralen om te groeien. Door mest worden de mineralen in de grond aangevuld. Er bestaan twee soorten mest: organische mest en kunstmest. **Organische mest** is afkomstig van organismen. **Kunstmest** wordt kunstmatig gemaakt in een fabriek. Om beter te kunnen bepalen welke mineralen en hoeveel mineralen er in de bodem komen, gebruikt een boer vaak kunstmest.

De gewasbeschermingsmiddelen en meststoffen kunnen terecht komen in het water van de sloten of in het grondwater. Omdat drinkwater vaak wordt opgepompt uit de grond, bedreigen chemische gewasbeschermingsmiddelen en meststoffen de kwaliteit van ons drinkwater.

VEETEELT

Veeteeltbedrijven zijn bijvoorbeeld bedrijven met graasdieren zoals koeien, schapen, geiten of paarden. Veeteelt met weinig grond, zoals veel varkenshouderijen en pluimveebedrijven, heet **intensieve veehouderij** (zie afbeelding 58). Deze manier van veeteelt wordt soms ook **bio-industrie** of **vee-industrie** genoemd. De bedrijven verbouwen hun veevoer niet zelf, maar kopen het bij veevoerbedrijven. De grondstoffen voor de productie van het veevoer komen voor 70% uit het buitenland (zie afbeelding 59).

► **Afb. 58** Dieren in de vee-industrie.

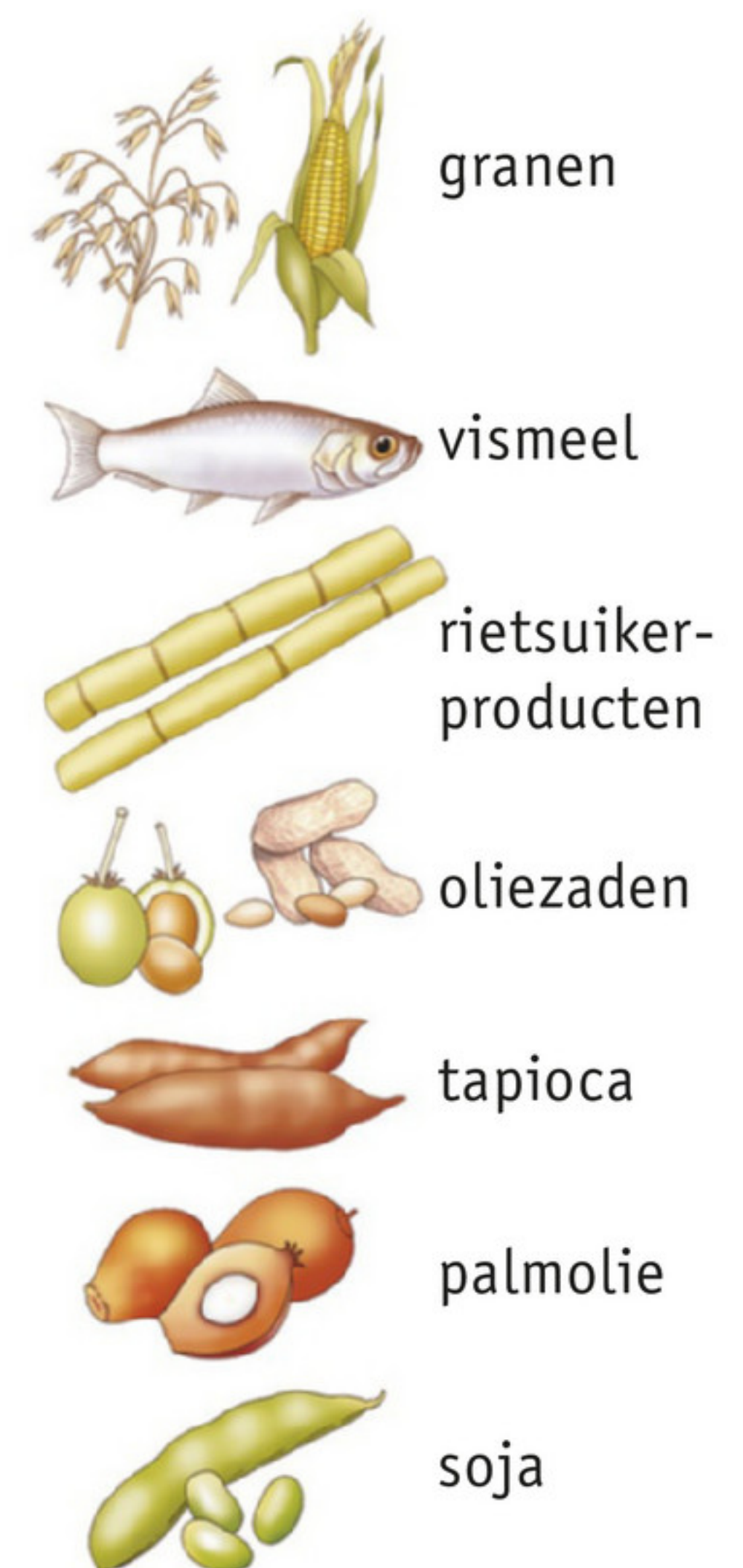


1 varkens



2 kippen

▼ **Afb. 59** De invoer van grondstoffen voor veevoer in Nederland.



De bio-industrie heeft voor de veehouders voordelen. Doordat een veehouder heel veel dieren houdt, kan hij veel vlees, melk of eieren produceren. De bio-industrie heeft ook nadelen. De dieren hebben vaak geen prettig leven. Er ontstaat een **mestoverschot** doordat er op het eigen bedrijf meer mest wordt gemaakt dan nodig is voor bemesting. Uit de mest komen gassen vrij. Door deze gassen wordt het milieu vervuild.

TUINBOUW

Vroeger verbouwden **tuinbouwbedrijven** de meeste gewassen buiten (zie afbeelding 60). We noemen dat **tuinbouw in de open grond**. Tegenwoordig worden veel tuinbouwgewassen in **kassen** verbouwd. We noemen dat **glastuinbouw** (zie afbeelding 61).

▼ **Afb. 60** Tuinbouw in de open grond.



▼ **Afb. 61** Tuinbouw in kassen.



▼ **Afb. 62**



De glastuinbouw heeft voor tuinbouwers grote voordelen. In de kassen kunnen ze zorgen voor gunstige omstandigheden voor de groei van de planten. Daardoor kunnen ze in hun kassen het hele jaar door voedsel produceren (zie afbeelding 62).

Glastuinbouw heeft ook nadelen. Felle lampen zorgen vooral in de winter voor voldoende licht in de kassen (zie afbeelding 63). De kassen worden verwarmd met kachels. De lampen en kachels gebruiken veel elektriciteit en gas. Door de verbranding van aardgas ontstaan afvalstoffen, waaronder koolstofdioxide. Koolstofdioxide versterkt het broeikaseffect.

Een kilo kasgroente kost door dit energieverbruik gemiddeld tien keer zo veel energie als een kilo groente van de open grond.

In de kassen kunnen ziekteverwekkers zich gemakkelijk over de gewassen verspreiden. Voor de bestrijding van ziekteverwekkers wordt in de glastuinbouw vaak biologische gewasbescherming toegepast. Het gebruik van chemische gewasbeschermingsmiddelen is minder dan bij tuinbouw in de volle grond. Over biologische gewasbescherming kun je in verrijkingstof 2 meer leren.

WB OPDRACHT 35 EN 36 BLZ. 83

► **Afb. 63** Verlichting in een kas.



VISSERIJ

Een deel van onze voedingsmiddelen komt van de visserij. Door de groei van de wereldbevolking en door steeds betere vangstmethoden is er sprake van overbevissing. **Overbevissing** betekent dat in een bepaald gebied te veel vis gevangen wordt. Hierdoor verdwijnt die vissoort uit dat gebied. Door overbevissing dreigen verschillende vissoorten uit te sterven, zoals haring, paling, kabeljauw en de meeste tonijnsoorten.

Een ander nadeel van de visserij is de **bijvangst**. Bijvangst is het onbedoeld vangen van vissen. Als een visser haring wil vangen, komen er ook allerlei andere vissen in zijn net. Deze bijvangst wordt vaak overboord gezet.

Naast de visvangst op zee wordt er steeds meer vis geteeld. **Visteelt** is het kweken van vis in speciale bakken of kooien. Een voordeel van visteelt is dat het goedkoper is dan de visserij. Ook kan het overbevissing voorkomen. In Nederland wordt ook vis geteeld, bijvoorbeeld meerval, paling, tilapia, tarbot en forel.

INSECTEN

Naast vlees en vis eten steeds meer mensen in Nederland insecten. Insecten vormen een goede bron van eiwitten en andere voedingsstoffen (zie afbeelding 64).

WB OPDRACHT 37 BLZ. 84

▼ Afb. 64

Insecten eten: duurzaam én lekker

Een bakje sprinkhanen bevat veel gezonde voedingsstoffen. Bovendien is zo'n gerecht beter voor het milieu dan een biefstuk. In alle werelddelen, behalve in Europa en Noord-Amerika, eten mensen vaak insecten. Dat varieert van een zakje gefrituurde mieren tot soep met bijen.

Insecten leveren eiwitten, ijzer en vitamine A, B2 en D. Ze zijn daarin vergelijkbaar met vlees van varkens, kippen of runderen. Het vetpercentage is vaak lager en gunstiger van samenstelling. Dat betekent veel onverzadigd vet.

Om insecten te kweken is veel minder landbouwgrond nodig en er komt minder koolstofdioxide bij vrij. Insecten hebben ook veel minder voer nodig en ze produceren minder mest.

Om twijfelaars over de streep te trekken zijn er ook half-om-half producten. Bijvoorbeeld kipgehakt vermengd met meelwormen voor snacks.

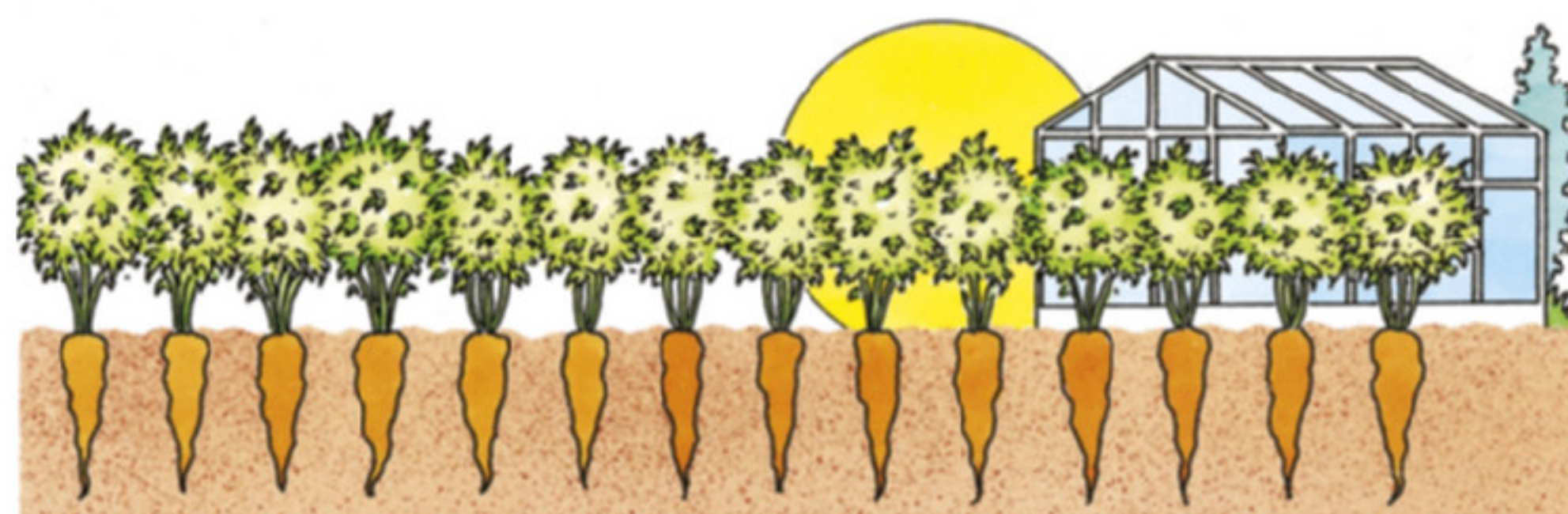


7 Biologische landbouw

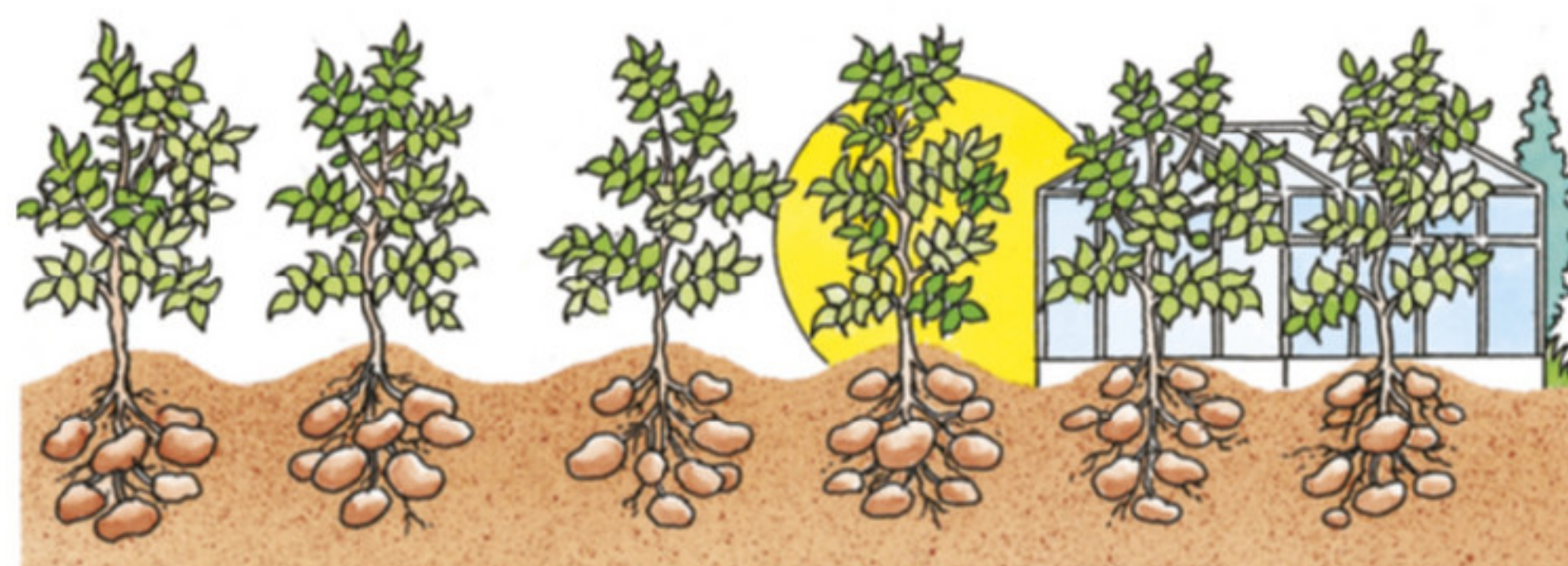
Je hebt geleerd dat de intensieve landbouw nadelen heeft voor het milieu en voor landbouwhuisdieren. Steeds meer mensen vinden dat de landbouw rekening moet houden met het milieu en met de dieren.

De **biologische landbouw** probeert het milieu te sparen en toch voldoende voedsel te produceren. Door monoculturen te vermijden en kleine stukken grond met elkaar af te wisselen, wordt de kans op insectenplagen kleiner. Ook breiden ziekten van het gewas zich minder snel uit. Verder wordt **vruchtwisseling** toegepast. Vruchtwisseling betekent dat nooit twee jaar achter elkaar hetzelfde gewas op een bepaald stuk grond wordt verbouwd. In afbeelding 65 zie je een voorbeeld van vruchtwisseling. Ziekteverwekkers maken meestal maar één soort gewas ziek. Het gewas wordt geoogst voordat de ziekteverwekkers schadelijk worden. De ziekteverwekkers blijven na het oogsten nog één of twee jaar in de bodem aanwezig. Door vruchtwisseling zijn geen chemische gewasbeschermingsmiddelen nodig. We noemen de groenten en het fruit dan **onbespoten**.

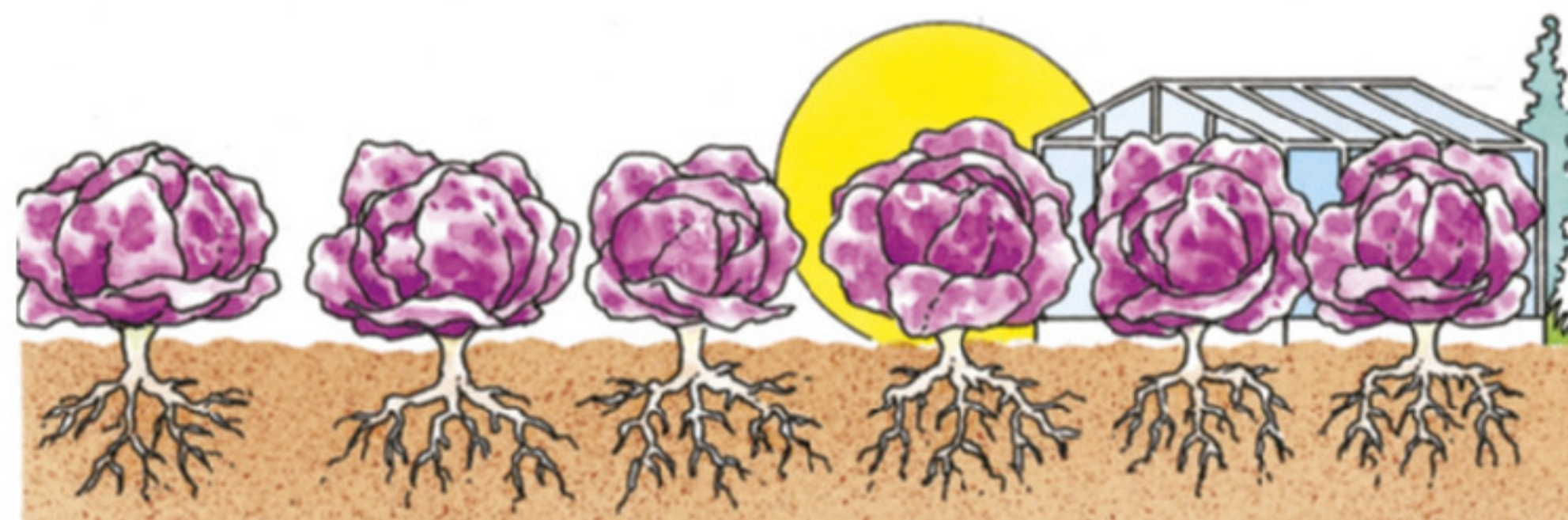
► **Afb. 65** Vruchtwisseling (schematisch).



1e jaar: peen



2e jaar: aardappelen



3e jaar: rodekool



4e jaar: peen

In de biologische veeteelt hebben de dieren de ruimte om los te lopen. Ook kunnen ze vaak naar buiten. We zeggen dan dat de dieren kunnen **scharrelen**. Producten van de biologische landbouw zijn meestal iets duurder (zie afbeelding 66). Toch kiezen veel mensen voor producten van de biologische landbouw. Ze willen daar graag iets meer voor betalen. In de folder van afbeelding 67 staan de belangrijkste kenmerken van de biologische landbouw.

WB OPDRACHT 38 T/M 41 BLZ. 85

► **Afb. 66** Producten van de biologische landbouw.



▼ **Afb. 67**

BIOLOGISCHE LANDBOUW

Biologische landbouwmethoden:

- ontzien het milieu zo veel mogelijk;
- leveren gezonde (en smakelijke) producten;
- zijn diervriendelijk.

Biologische akker- en tuinbouw:

- maakt geen gebruik van kunstmest;
- gebruikt alleen mest van biologische veeteelt;
- bemest niet meer dan planten kunnen opnemen;
- past geen monoculturen toe;
- gebruikt geen chemische gewasbeschermingsmiddelen.

Voedingsgewassen beschermen tegen ziekten en plagen door:

- vruchtwisseling toe te passen (meestal een zesjarig vruchtwisselingschema);

- verschillende soorten voedingsgewassen te verbouwen op kleine stukken grond;
- insectenplagen te bestrijden met natuurlijke vijanden.

Biologische veeteelt:

- geeft dieren volop de ruimte om los te lopen (te scharrelen);
- geeft dieren biologisch geteeld veevoer;
- houdt rekening met het welzijn van de dieren;
- gebruikt diergeneesmiddelen pas als een dier ziek is.

Biologische producten:

- bevatten geen resten van chemische gewasbeschermingsmiddelen;
- bevatten geen chemische geur-, kleur- en smaakstoffen;
- zijn te herkennen aan het Europees biologisch keurmerk.



Samenvatting

DOELSTELLING 1

Je moet voorbeelden kunnen noemen van manieren waarop de mens afhankelijk is van het milieu.

- Het milieu levert voedsel.
- Het milieu levert zuurstof.
- Het milieu levert water.
- Het milieu levert energie.
- Het milieu levert grondstoffen.
- Het milieu geeft plaats voor recreatie.

DOELSTELLING 2

Je moet de belangrijkste oorzaken en gevolgen van de milieuproblemen kunnen noemen.

- Oorzaken van de milieuproblemen.
 - De enorme bevolkingstoename: er is steeds meer ruimte nodig voor woningen, vervoer en landbouw.
 - De veranderde manier van leven: er is nu veel (chemische) industrie, er zijn veel machines en apparaten en er is meer vervoer.
- Gevolgen van de milieuproblemen.
 - Door veel energieverbruik raken de energievoorraden uitgeput.
 - Door afvalstoffen wordt het milieu vervuild.
 - Doordat mensen veel grond gebruiken, verdwijnt voor planten en dieren hun natuurlijk milieu.
 - De biodiversiteit (de variatie aan soorten in de natuur) neemt af: veel soorten planten en dieren zijn uitgestorven of worden met uitsterven bedreigd. Door beschermingsmaatregelen en herintroductie wordt geprobeerd de bedreigde soorten weer in aantal te laten toenemen.

DOELSTELLING 3

Je moet de belangrijkste energiebronnen kunnen noemen met hun voordelen en nadelen.

- Fossiele brandstoffen zijn miljoenen jaren geleden ontstaan uit resten van dode planten en dieren.
 - De energie in fossiele brandstoffen komt van de zon.
 - Bij de verbranding van fossiele brandstoffen komt energie vrij.
 - Aardgas, aardolie en steenkool zijn fossiele brandstoffen.
- Voordelen van fossiele brandstoffen.
 - Zij zijn goedkoop te winnen.
 - Ze zijn gemakkelijk te gebruiken en te vervoeren.

- Nadelen van fossiele brandstoffen.
 - Bij de verbranding ontstaan koolstofdioxide en afvalstoffen.
 - Koolstofdioxide is een oorzaak van de opwarming van de aarde.
 - De afvalstoffen kunnen luchtverontreiniging veroorzaken.
 - Fossiele brandstoffen raken op den duur op.
- Kernenergie komt vrij bij de splitsing van atoomkernen van uranium.
 - Kernenergie wordt gebruikt om elektriciteit op te wekken.
- Voordelen van kernenergie.
 - Er kan veel elektriciteit mee worden opgewekt.
 - Er ontstaat geen luchtverontreiniging.
 - Er ontstaat geen koolstofdioxide.
- Nadelen van kernenergie.
 - Er ontstaat radioactief afval.
 - Bij een ongeluk kan veel radioactieve straling vrijkomen.
- Duurzame energie.
 - Windenergie kan worden gebruikt door windmolens.
 - Zonne-energie kan worden gebruikt door zonneboilers en zonnepanelen.
 - Waterkracht kan worden gebruikt door een stuwdam te bouwen.
 - Biomassa kan als brandstof worden gebruikt.
 - Uit planten kunnen biobrandstoffen worden gemaakt (bijv. alcohol, biodiesel).
- Voordelen van duurzame energie.
 - De energiebronnen raken niet op.
 - De energiebronnen veroorzaken geen milieuvervuiling.
 - Bij de verbranding van biomassa en biobrandstoffen komt geen extra koolstofdioxide in de lucht.
- Nadelen van duurzame energie.
 - Er is niet altijd genoeg zon en wind om genoeg energie op te wekken.
 - Sommige mensen vinden windmolens horizonvervuiling.
 - Door de aanleg van een waterkrachtcentrale (met een stuwmeer) verandert het milieu sterk.
 - Om gewassen voor biobrandstoffen te verbouwen, is landbouwgrond nodig.

DOELSTELLING 4

Je moet kunnen beschrijven wat het broeikaseffect is en hoe het broeikaseffect wordt versterkt.

- Broeikaseffect: een deel van de warmte-uitstraling van de aarde wordt tegengehouden door gasen in de dampkring (atmosfeer).
 - Zonder dit broeikaseffect zou de temperatuur op aarde 30 °C lager zijn.
 - De belangrijkste broeikasgasen zijn koolstofdioxide en waterdamp.
- Versterkt broeikaseffect: doordat er meer broeikasgasen aan de dampkring worden afgegeven, wordt het broeikaseffect groter.
 - Door toenemend energiegebruik worden steeds meer steenkool, aardolie, benzine en aardgas verbrand. Daardoor komt er steeds meer koolstofdioxide in de lucht.

DOELSTELLING 5

Je moet oorzaak en gevolgen van de klimaatverandering kunnen noemen.

- Klimaatverandering: verandering van het weertype gedurende een periode van meerdere jaren.
- Oorzaak van de klimaatverandering.
 - Het versterkte broeikaseffect, waardoor de temperatuur op aarde stijgt.
- Gevolgen van de klimaatverandering.
 - Stijging van de zeespiegel, doordat het zeewater uitzet door opwarming en doordat een deel van het poolijs en het ijs van gletsjers zal smelten. Hierdoor kunnen laaggelegen gebieden overstromen.
 - Door droogte zullen woestijnen groter worden.
 - In sommige gebieden wordt landbouw onmogelijk, terwijl andere gebieden juist geschikt worden voor de landbouw.
 - Bepaalde planten en dieren verdwijnen, terwijl andere soorten juist verschijnen.
 - Verstoring van voedselketens: sommige soorten verschijnen eerder in het jaar, andere soorten niet. Hierdoor ontstaat voor sommige soorten een tekort aan voedsel.
 - Door toename van het aantal warme dagen neemt het aantal sterfgevallen door hitte toe.
 - Sommige ziekten komen vaker voor, bijv. de ziekte van Lyme.

DOELSTELLING 6

Je moet biologisch afbreekbaar afval en niet-biologisch afbreekbaar afval kunnen onderscheiden.

- Biologisch afbreekbaar afval: afval dat door reducenten (bacteriën en schimmels) kan worden afgebroken.
 - Afvalresten van planten, dieren of mensen.
 - Afval van producten gemaakt van delen van planten of dieren.
- Niet-biologisch afbreekbaar afval: afval dat niet door reducenten kan worden afgebroken.
 - Afval van producten gemaakt van glas, metaal, steen of kunststoffen (bijv. plastic, nylon of piepschuim).
 - Alleen de mens zorgt voor niet-biologisch afbreekbaar afval.

DOELSTELLING 7

Je moet manieren van gescheiden afvalinzameling en van afvalverwerking kunnen noemen.

- Gescheiden inzameling van afval maakt milieuvriendelijke verwerking mogelijk.
 - Groente-, fruit- en tuinafval in een gft-container.
 - Papier en karton in speciale papierbakken of bij verenigingen die het ophalen.
 - Glas, blik, plastic, kunststof flessen en textiel in speciale bakken.
 - Klein chemisch afval (kca) bij de milieustraat of bij bedrijven.
- Recycling: afvalproducten gebruiken als grondstof voor nieuwe producten (glas, papier, blik, plastic en andere kunststoffen).
 - Milieuvriendelijk door besparing van grondstoffen.
- Composteren: reducenten breken gft-afval af tot compost.
 - Compost wordt gebruikt als mest voor de tuin.
 - Milieuvriendelijk doordat voedingsstoffen uit gft-afval weer bij planten terechtkomen.
- Afvalverwerking door verbranden in verbrandingsovens.
 - Voordelen: kost weinig ruimte en er kan elektriciteit mee worden opgewekt.
- Afvalverwerking door storten op een vuilnisbelt.
 - Voordelen: gemakkelijk en goedkoop.
 - Nadelen: veroorzaakt stank en trekt ongedierte aan.

EXTRA DOELSTELLING 8

Je moet de (intensieve) landbouw in Nederland kunnen beschrijven.

- Landbouw: de activiteiten waarbij het natuurlijke milieu wordt aangepast voor de productie van planten en dieren voor menselijk gebruik.
 - Drie soorten landbouw: akkerbouw, veeteelt, tuinbouw.
 - Combinatie (of gemengde) bedrijven: bedrijven met zowel akkerbouw als veeteelt.
- Kenmerken van de akkerbouw.
 - Grote bedrijven met veel grond.
 - De voedingsgewassen worden verbouwd in monoculturen.
- Monocultuur: een grote akker waarop maar één soort gewas wordt verbouwd.
- Voordelen van een monocultuur.
 - Er kunnen grote machines worden gebruikt waardoor de gewassen goedkoop verbouwd kunnen worden.
- Nadelen van monoculturen.
 - Er is veel kans op insectenplagen en op ziekten van de gewassen. Hiertegen worden chemische gewasbeschermingsmiddelen gebruikt.
 - Chemische gewasbeschermingsmiddelen zijn giftige stoffen die schadelijke organismen doden.
 - De gewasbeschermingsmiddelen doden vaak ook nuttige organismen.
 - Het gevaar bestaat dat gewasbeschermingsmiddelen in ons drinkwater terechtkomen.
 - De bodem raakt snel uitgeput. Daarom wordt veel organische mest (afkomstig van organismen) en kunstmest gebruikt. Kunstmest kan in ons drinkwater terechtkomen.
- Kenmerken van de intensieve veehouderij (bio-industrie).
 - Bedrijven met veel landbouwhuisdieren op weinig grond.
 - Veevoer wordt niet zelf verbouwd, maar gekocht.
- Voordelen van de bio-industrie.
 - De bedrijven leveren veel op (vlees, melk of eieren).
- Nadelen van de bio-industrie.
 - De dieren hebben vaak geen prettig leven.
 - Er is meestal een mestoverschot.
 - Gassen uit de mest dragen bij aan milieuvervuiling.

- Kenmerken van de tuinbouw.
 - Tuinbouw vindt plaats in kassen (glastuinbouw) of in de open grond.
 - In de kassen zijn gunstige omstandigheden: de gewassen krijgen precies genoeg water, voedingsstoffen, warmte en licht.
- Voordelen van de glastuinbouw.
 - De gewassen brengen zo veel mogelijk op.
 - Gewassen kunnen het hele jaar door worden verbouwd.
- Nadelen van de glastuinbouw.
 - Het kost veel energie om de producten te verbouwen.
 - Het koolstofdioxide dat ontstaat bij de verbranding van aardgas versterkt het broeikaseffect.

EXTRA DOELSTELLING 9

Je moet het verschil kunnen aangeven tussen visserij en visteelt. Ook moet je kunnen aangeven wat overbevissing en bijvangst is. Ten slotte moet je kunnen aangeven wat voordelen zijn van insecten eten.

- Verschil visserij en visteelt.
 - Visserij: visvangst op open water (zee, meer of rivier).
 - Visteelt: kweken van vis in speciale bakken of kooien.
- Overbevissing: door betere vangsttechnieken te veel vis vangen in een bepaald gebied.
- Bijvangst: het onbedoeld vangen van vis.
 - Bijvangst wordt vaak overboord gegooit.
- Voordelen van insecten eten.
 - Een goede bron van o.a. eiwitten.
 - Er is veel minder (landbouw)grond nodig om insecten te kweken.
 - Er is veel minder voer voor nodig.
 - Er komt minder mest vrij.

EXTRA DOELSTELLING 10

Je moet de biologische landbouw kunnen beschrijven en de voordelen en nadelen ervan kunnen noemen.

- Kenmerken van de biologische landbouw.
 - Er zijn geen monoculturen.
 - Er wordt geen kunstmest gebruikt.
 - Er worden geen chemische gewasbeschermingsmiddelen gebruikt (groenten en fruit zijn onbespoten).

- Ziekten door bodemorganismen worden tegengegaan door vruchtwisseling: er wordt nooit twee jaar achter elkaar hetzelfde gewas op een stuk grond verbouwd.
- De dieren hebben ruimte om los te lopen (scharrelen).
- Voordelen van de biologische landbouw.
 - Er wordt rekening gehouden met het milieu.
 - De dieren hebben een beter leven.
- Nadeel van de biologische landbouw.
 - De producten zijn meestal iets duurder.

COMPETENTIES/VAARDIGHEDEN

BASISSTOF

- Je hebt geoefend in het aflezen en/of het maken van diagrammen, staafdiagrammen en cirkeldiagrammen.
- Je hebt geoefend in het halen van informatie uit artikelen en afbeeldingen.
- Je hebt geoefend in het uitvoeren van een onderzoek.

EXTRA BASISSTOF

- Je hebt geoefend in het halen van informatie uit artikelen en afbeeldingen.

Over deze competenties/vaardigheden zijn geen vragen opgenomen in de diagnostische toets.

Diagnostische toets

Met behulp van deze toets kun je zelf controleren of je 'kent en kunt' wat in de samenvatting staat. Noteer de antwoorden op het scoreblad in je werkboek.

DOELSTELLING 1

Beantwoord de volgende meerkeuzevragen.

- 1 Annemijn zegt dat het milieu belangrijk is als plaats voor recreatie.
Sophie zegt dat de mens voor grondstoffen afhankelijk is van het milieu.
Wie heeft (hebben) gelijk?
 - A Geen van beiden heeft gelijk.
 - B Alleen Annemijn heeft gelijk.
 - C Alleen Sophie heeft gelijk.
 - D Annemijn en Sophie hebben allebei gelijk.

- 2 Hierna staan drie manieren waarop de mens afhankelijk is van het milieu.
 - 1 Het milieu levert voedsel.
 - 2 Het milieu levert water.
 - 3 Het milieu levert zuurstof.
 Bij welke van deze manieren speelt fotosynthese een directe rol?
 - A Alleen bij 1 en 2.
 - B Alleen bij 1 en 3.
 - C Alleen bij 2 en 3.
 - D Bij 1, 2 en 3.

DOELSTELLING 2

Kruis aan of de volgende beweringen juist zijn of onjuist.

- 1 De milieuproblemen hebben als enige oorzaak de groei van de chemische industrie.
- 2 De enorme bevolkingstoename heeft bijgedragen aan het ontstaan van milieuproblemen.
- 3 In afbeelding 68 is een belangrijk milieuprobleem weergegeven.
- 4 Doordat er steeds meer grond nodig is voor landbouw, verdwijnt veel natuur.
- 5 In de afgelopen honderd jaar is de biodiversiteit in Nederland toegenomen.
- 6 Biodiversiteit neem toe door stoffen aan het milieu toe te voegen.
- 7 De wolf is via een herintroductieprogramma weer terug in Nederland (zie afbeelding 69).

▼ Afb. 68



▼ Afb. 69

De wolf in Nederland

Vroeger kwamen in Nederland wolven voor, maar ongeveer 150 jaar geleden verdween de wolf uit ons land. De laatste jaren komt de wolf echter weer dichterbij. Bij Enschede en Meppen zijn vlak over de grens in Duitsland wolven gezien. Het lijkt een kwestie van tijd voor de wolf weer voet op Nederlandse bodem zet.



DOELSTELLING 3

Beantwoord de volgende meerkeuzevragen.

- 1 Bij de meeste benzinestations kun je lpg tanken, net als benzine en diesel (zie afbeelding 70). Lpg (autogas), benzine en diesel worden gemaakt uit aardolie.

Welke van deze brandstoffen zijn fossiele brandstoffen?

- A Alleen benzine en diesel.
- B Alleen benzine en lpg.
- C Alleen diesel en lpg.
- D Benzine, diesel en lpg.

▼ **Afb. 70**

- 2 Waarvan is de energie in fossiele brandstoffen uiteindelijk afkomstig?
- A Van fossielen.
 - B Van planten en dieren.
 - C Van de verbranding in organismen.
 - D Van de zon.
- 3 Kenmerken van fossiele brandstoffen zijn:
- 1 bij de verbranding ervan ontstaat koolstofdioxide;
 - 2 bij de verbranding ervan komt energie vrij.
- Welk(e) van deze kenmerken is (zijn) een nadeel van fossiele brandstoffen?
- A Geen van beide kenmerken.
 - B Alleen kenmerk 1.
 - C Alleen kenmerk 2.
 - D Zowel kenmerk 1 als 2.

- 4 In afbeelding 71 is een benzinepomp met vier verschillende soorten brandstof weergegeven. Euro 95 is gewone benzine. Ethanol is alcohol. Welke van deze vier brandstoffen dragen bij aan de verhoging van het koolstofdioxidegehalte van de lucht?
- A Biodiesel en diesel.
 - B Biodiesel en ethanol.
 - C Diesel en euro 95.
 - D Ethanol en euro 95.

▼ **Afb. 71****DOELSTELLING 4**

Beantwoord de volgende tweekeuzevragen.

- 1 Wat is het broeikaseffect?
- A Gassen in de dampkring houden een deel van de warmte-uitstraling van de aarde tegen.
 - B Gassen in de dampkring houden een deel van de zonnestraling tegen.
- 2 Wat is de belangrijkste oorzaak van het versterkte broeikaseffect?
- A De afname van de hoeveelheid koolstofdioxide in de lucht.
 - B De toename van de hoeveelheid koolstofdioxide in de lucht.
- 3 Er komen in Nederland steeds meer auto's. Neemt het broeikaseffect hierdoor af of neemt het broeikaseffect hierdoor toe?
- A Het broeikaseffect neemt hierdoor af.
 - B Het broeikaseffect neemt hierdoor toe.

- 4 Afbeelding 72 is een krantenartikel over bosbranden in Indonesië.

Zorgen deze bosbranden voor een afname of voor een toename van het broeikaseffect?

- A** Voor een afname van het broeikaseffect.
B Voor een toename van het broeikaseffect.

▼ **Afb. 72**

Scholen op Borneo dicht wegens rook

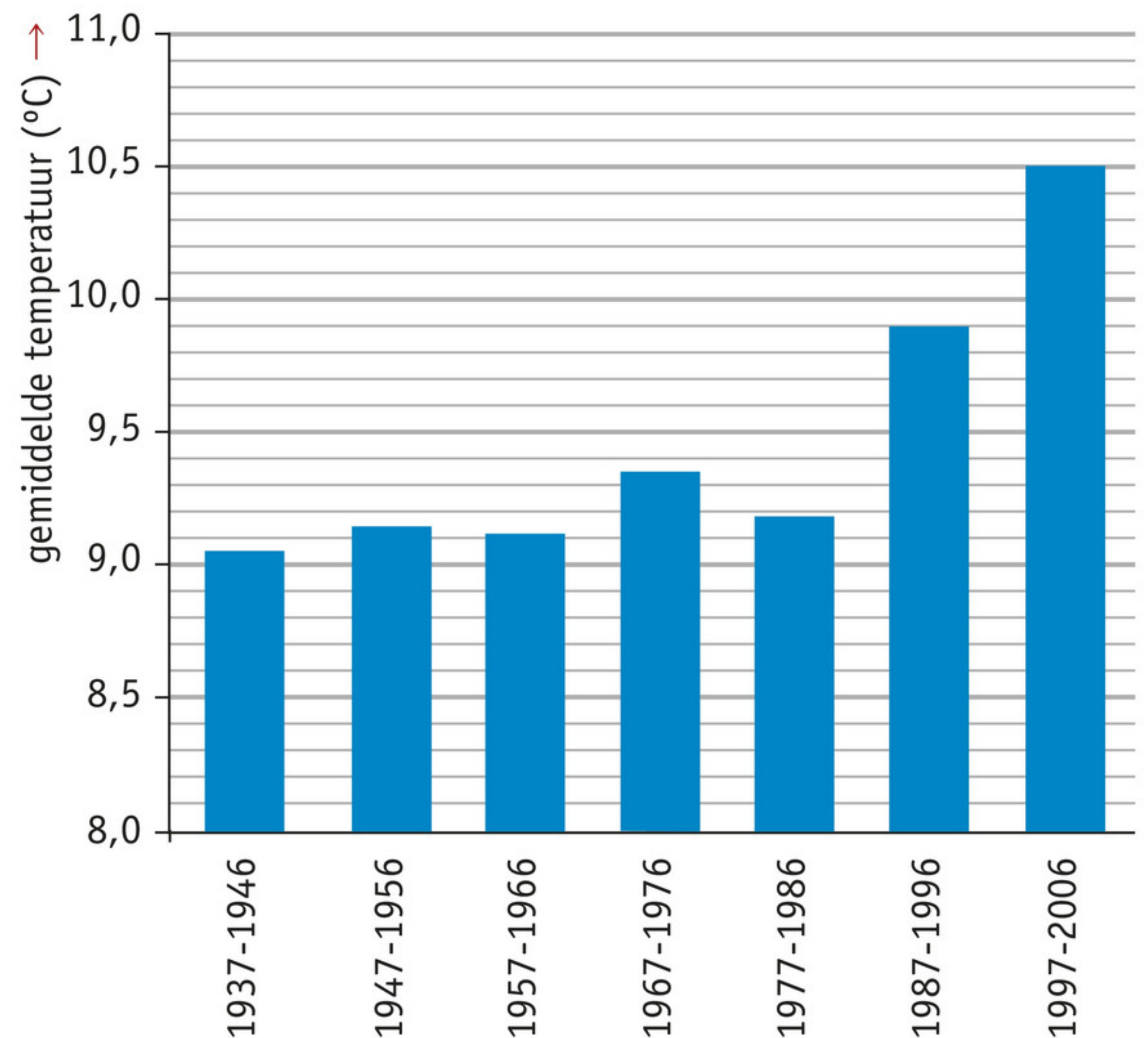
(Novum/AP) – Rook van bosbranden in Indonesië heeft de lucht zo vervuild, dat scholen op het eiland Borneo vrijdag gesloten moesten worden. Ook in het grootste deel van het nabijgelegen Maleisië is de kwaliteit van de lucht gedaald tot het niveau ‘ongezond’. De rook is afkomstig van branden die door boeren of landbouwbedrijven op Sumatra en Borneo zijn aangestoken om op een goedkope manier land vrij te maken voor nieuwe aanplant, vooral van oliepalmen. Omdat de turfachtige grond kurkdroog is, zijn de branden erg moeilijk te bestrijden. De Indonesische autoriteiten zeggen dat ze weinig kunnen doen, behalve hopen op regen.

DOELSTELLING 5

Kruis aan of de volgende beweringen juist zijn of onjuist.

- 1 Uit afbeelding 73 blijkt dat we in Nederland te maken hebben met klimaatverandering.
- 2 Door de klimaatverandering kan de zeespiegel stijgen.
- 3 Door het versterkte broeikaseffect daalt de gemiddelde temperatuur op aarde.
- 4 Dat woestijnen groter worden, is een gevolg van de klimaatverandering.
- 5 Door de klimaatverandering worden sommige gebieden geschikter voor de landbouw.
- 6 Door de klimaatverandering kunnen vogels zoals koolmezen gemakkelijker rupsen vinden voor hun jongen.
- 7 Door de klimaatverandering komen sommige ziekten in Nederland vaker voor.

- ▼ **Afb. 73** De gemiddelde temperatuur in De Bilt over perioden van tien jaar.



In afbeelding 74 is een artikel weergegeven over de wespenspin. Uit dit artikel blijkt dat deze spin steeds verder naar het noorden oprukt.

- 8 Dat de wespenspin naar het noorden oprukt, kan het gevolg zijn van de klimaatverandering.

▼ **Afb. 74**

Een van de soorten in Europa die zich naar het noorden uitbreidt, is de wespenspin of tijgerspin. Deze spin is in 1980 voor het eerst aangetroffen bij de rivier de Gulp in Zuid-Limburg. Sindsdien rukt hij steeds verder naar het noorden op. Op dit moment komt de spin vooral voor in Limburg, Oost-Brabant en Gelderland. Maar uit alle andere provincies zijn inmiddels ook enkele waarnemingen bekend.



DOELSTELLING 6

Op het scoreblad staat een schema met twee soorten afval. Beantwoord de volgende vragen door een kruisje te zetten in de juiste kolom.

- 1 Welk afval kan door bacteriën en schimmels worden afgebroken?
- 2 Welk afval is alleen van de mens afkomstig?
- 3 Tot welk soort afval behoort een autowrak?
- 4 Tot welk soort afval behoort een hondendrol?
- 5 Tot welk soort afval behoort een afgevalen boomtak?
- 6 Tot welk soort afval behoort het afval van afbeelding 75?
- 7 Tot welk soort afval behoort het afval van afbeelding 76?
- 8 Tot welk soort afval behoort het afval van afbeelding 77?

▼ Afb. 75



▼ Afb. 76



▼ Afb. 77

**DOELSTELLING 7**

Kruis aan of de volgende beweringen juist zijn of onjuist.

- 1 De bakken van afbeelding 78 dienen voor gescheiden afvalinzameling.
- 2 Het afval van afbeelding 79 hoort in de gft-container.

▼ Afb. 78



▼ Afb. 79



- 3 Het afval van afbeelding 80 kun je inleveren bij de milieustraat.
- 4 Bij de recycling van glas spelen reducenten een belangrijke rol.
- 5 Een gemakkelijke en goedkope manier van afvalverwerking is het afval storten op een vuilnisbelt.
- 6 Bij het composteren van afval kan elektriciteit worden opgewekt.
- 7 Bij het verbranden van afval in verbrandingsovens ontstaan verbrandingsproducten die kunnen worden gebruikt als mest voor de tuin.

▼ Afb. 80



EXTRA DOELSTELLING 8

Kruis aan of de volgende beweringen juist zijn of onjuist.

- 1 In afbeelding 81 is een voorbeeld van een monocultuur te zien.
- 2 Monoculturen verkleinen de kans op insectenplagen.
- 3 Op grote akkerbouwbedrijven wordt voornamelijk stalmest gebruikt om het land te bemesten.
- 4 Bemesten van landbouwgrond met kunstmest kan leiden tot watervervuiling.
- 5 Door de bio-industrie is de voedselproductie in Nederland verhoogd.
- 6 Afbeelding 82 geeft weer op welke manier kippen in de bio-industrie worden gehouden.
- 7 Door de glastuinbouw kunnen we veel groenten het hele jaar door kopen.
- 8 Door de felle lampen in kassen groeien de gewassen goed (zie afbeelding 83).

- 9 In de bio-industrie is er meestal geen mestoverschot.
- 10 Een voordeel van de glastuinbouw is dat er meer koolstofdioxide vrijkomt.

▼ Afb. 81



▼ Afb. 82



▼ Afb. 83



EXTRA DOELSTELLING 9

- 1 Waarbij komt bijvangst voor, bij de visserij of bij de visteelt?
- 2 Wat is de belangrijkste oorzaak van overbevissing?
- 3 In afbeelding 84 staat een artikel over de yellowtail kingfish.
Waardoor is deze vis geschikt voor de kweek?
- 4 Leg uit dat het beter is voor het milieu om de yellowtail kingfish in Nederland te kweken dan hem uit Australië te importeren.
- 5 Insecten eten is een goede bron van eiwit. Geef nog drie andere voordelen van insecten eten.

▼ Afb. 84

Ideale kweekvis

De yellowtail kingfish lijkt op tonijn en zwaardvis en blijkt ideaal voor de kweek: hij is sterk, stressbestendig en groeit snel. De zoutwatervis leeft bovendien in scholen en is eraan gewend om met veel vissen in een kleine ruimte te leven. Nu wordt de vis nog geïmporteerd uit Australië, en dat heeft gevolgen voor het milieu.



EXTRA DOELSTELLING 10

Beantwoord de volgende vragen,

- 1 Hoe heet de methode waarbij ieder jaar een ander gewas op een stuk land wordt verbouwd?
- 2 Gewoon vlees is meestal iets goedkoper dan biologisch vlees (zie afbeelding 85).
Waardoor is het vaak duurder om biologisch vlees te produceren dan niet-biologisch vlees?

▼ Afb. 85



- 3 In een krantenartikel staat het volgende over biologische bloembollen: 'Een aantal tuinders is overgestapt op biologische teelt van bloembollen. Het assortiment bestaat uit zo'n vijftig verschillende soorten hyacinten, krokussen, lelies, narcissen en tulpen'.
Gebruikt deze tuinder ook chemische gewasbeschermingsmiddelen voor zijn bloemen?

De verrijkingstof kun je doen als je tijd over hebt. Je kunt kiezen uit verschillende onderdelen. In dit thema bestaat de verrijkingstof uit drie onderdelen. De opdrachten hierbij maak je in je werkboek.

1 Zwerfafval

Zwerfafval is afval dat zomaar buiten wordt weggegooid. Dit kunnen drankblikjes of drankflesjes zijn, maar ook kranten, sigarettenpeuken, kauwgomresten of bananenschillen (zie afbeelding 86).

Veel mensen ergeren zich aan afval op straat. Toch blijken we er met z'n allen een enorme troep van te maken (zie afbeelding 87).

Ook in en rondom jouw school tref je zwerfafval aan, soms wat meer, soms wat minder. Stichting Nederland Schoon heeft een meetmethode gemaakt waarmee je de mate van vervuiling met zwerfafval een cijfer kunt geven.

In deze verrijkingstof ga je de mate van vervuiling in en rondom je school een cijfer geven. Ook ga je een deel van het afval opruimen. Je moet bij deze verrijkingstof in tweetallen werken.

WB OPDRACHT 1 EN 2 BLZ. 89

► **Afb. 86** Zwerfafval.



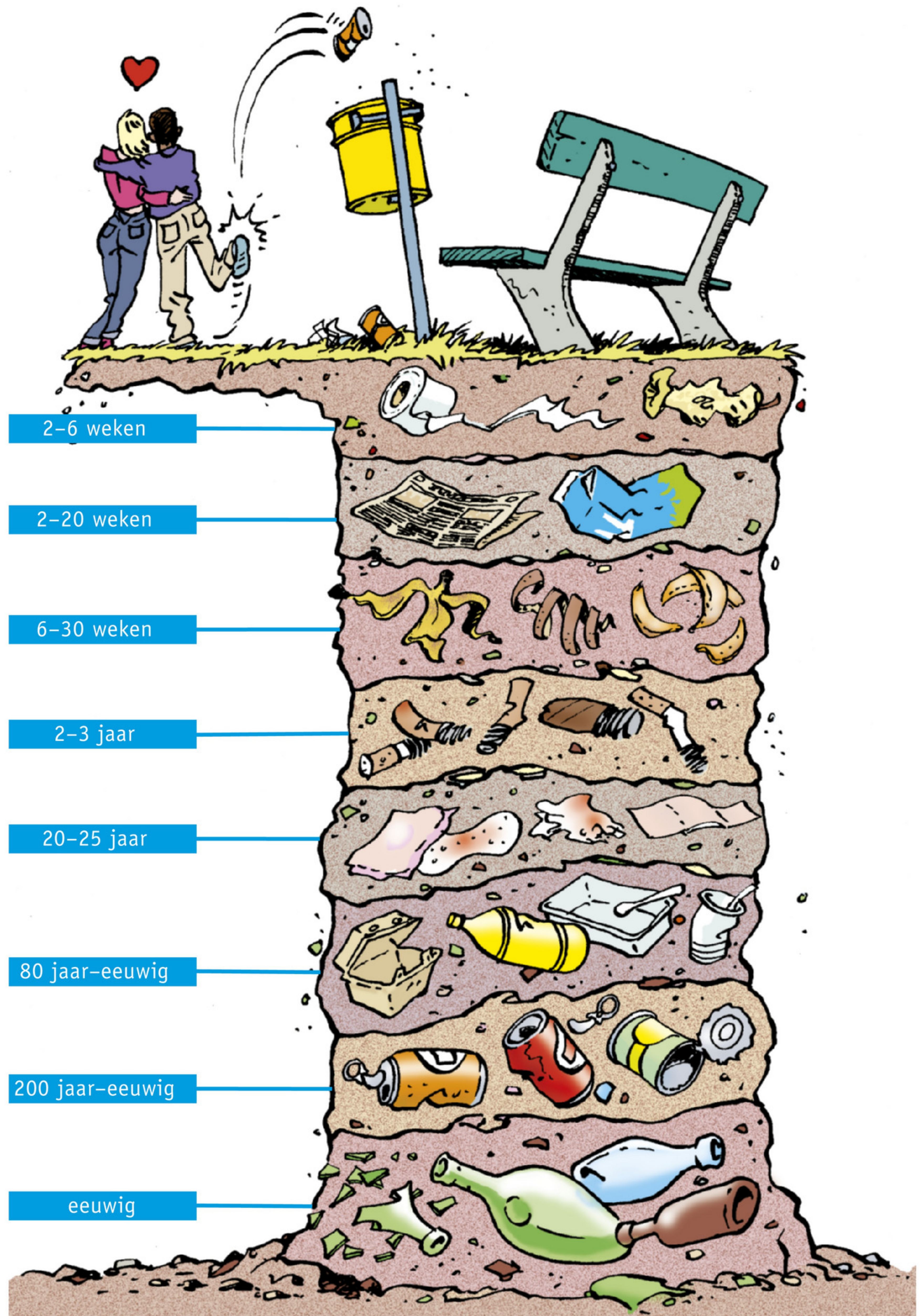
▼ **Afb. 87**

Rotzooi op straat

DEN HAAG – Twee op de drie mensen ergeren zich enorm aan afval in hun leefomgeving. Op de lijst van ergernissen staat zwerfafval op de tweede plaats, na hondenpoep. Uit de cijfers blijkt dat veel mensen afval op straat gooien. In 2014 werden na Koningsdag in Amsterdam ruim 5500 vuilniszakken vol afval bij elkaar

geveegd door de reinigingsdienst. Rijkswaterstaat ruimt jaarlijks langs de snelwegen zo'n 25 miljoen kilogram afval op. De totale hoeveelheid afval die wordt opgehaald op wegen buiten de bebouwde kom wordt geschat op 100 miljoen kilogram.

▼ **Afb. 88** Hoelang duurt het voordat zwerfafval is vergaan?



2 Biologische gewasbescherming

▼ **Afb. 89** Witte vlieg.



▼ **Afb. 90** Sluipwesp.

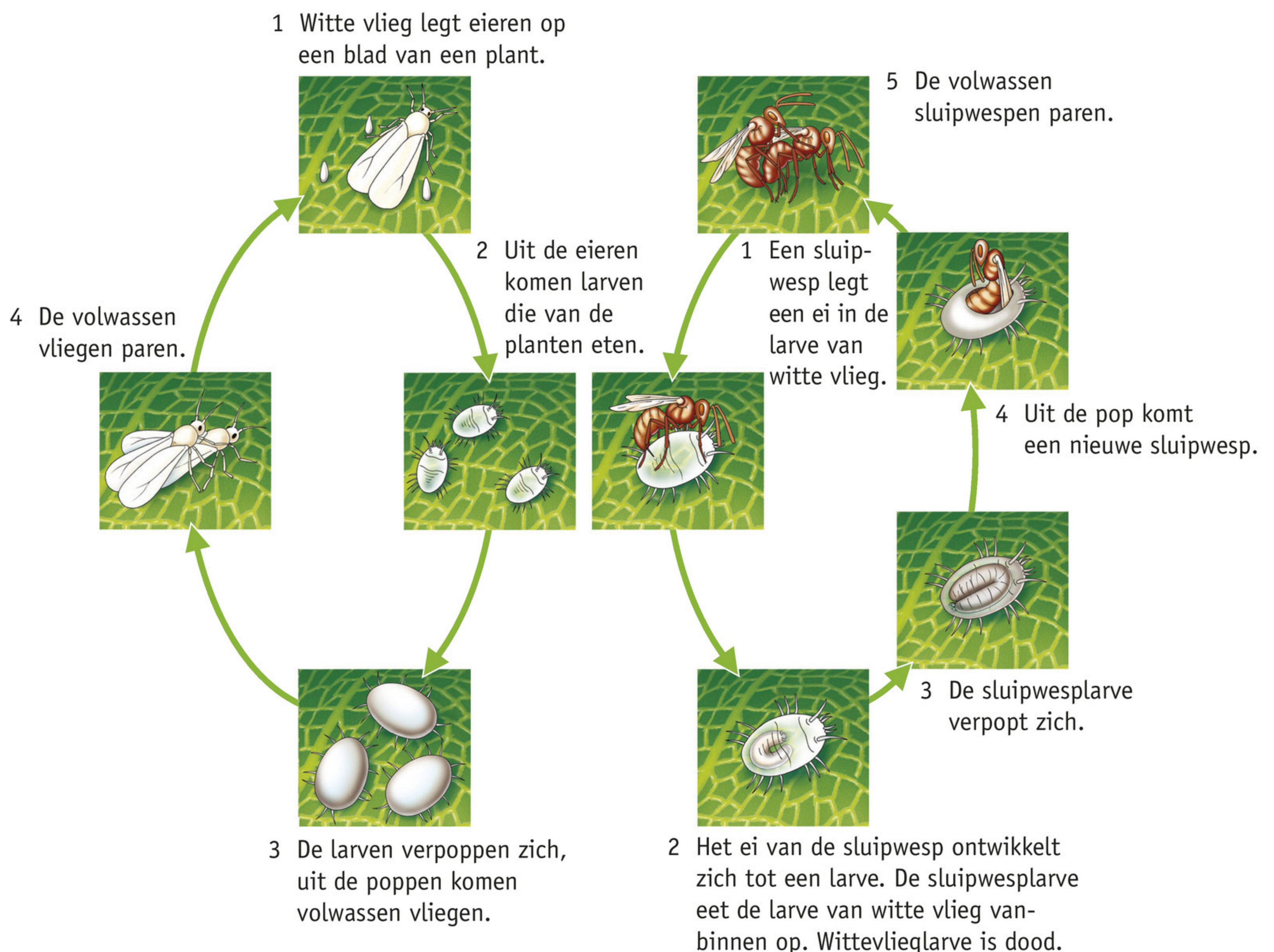


Bij biologische gewasbescherming wordt gebruikgemaakt van biologische verschijnselen. Sommige soorten insecten kunnen worden bestreden met dieren die in de natuur een vijand zijn van deze insecten. We noemen deze dieren **natuurlijke vijanden**. Het gebruiken van natuurlijke vijanden wordt **biologische gewasbescherming** genoemd. Een voorbeeld van deze aanpak is de bestrijding van witte vlieg met sluipwespen.

Witte vlieg kan grote schade aanrichten bij de teelt van onder andere tomaten en komkommers, doordat ze sappen uit de planten opzuigen (zie afbeelding 89). Om witte vlieg te bestrijden, kan een tuinder sluipwespen in de kassen loslaten (zie afbeelding 90). In deel 1 heb je geleerd dat bij insecten metamorfose (gedaanteverwisseling) voorkomt. Bij insecten ontstaan uit de eieren larven. Uit larven ontstaan (na verpopping) weer nieuwe volwassen dieren.

In afbeelding 91 zie je dat witte vlieg wordt bestreden met sluipwespen. Speciale bedrijven leveren de tuinders de sluipwespen (zie afbeelding 92).

▼ **Afb. 91** Biologische bestrijding van witte vlieg met sluipwespen.



- **Afb. 92** Een kaartje met sluipwespen in een kas.



Ook worden geluiden of geurstoffen ingezet om plaagdieren te lokken. De gelokte dieren worden gedood of onvruchtbaar gemaakt. Zij kunnen zich niet meer voortplanten en daardoor geen verdere schade aanrichten.

WB OPDRACHT 1 BLZ. 92

3 Een bodemprofiel maken

De grond waar je op staat, bestaat uit heel veel verschillende lagen. Iedere laag heeft zijn eigen kenmerken, die belangrijk en bepalend zijn voor de plantengroei in dat gebied. Zo zijn de hoeveelheid voedingsstoffen, water en zuurstof belangrijke eigenschappen die van invloed zijn op de groei van planten. De bodem bepaalt dus voor een deel de vegetatie van een bepaald gebied.

In deze verrijkingstof ga je met behulp van een grondboor een bodemprofiel maken van een bosgrond, weiland, berm of ander stukje bodem.

WB OPDRACHT 1 BLZ. 94

- **Afb. 93** Een bodemprofiel.



A	
aanpassingen	68
aantasting.....	96
aarde, opwarming van de.....	103
abiotische factoren.....	59
advies, genetisch	52
afbraak, biologische.....	113
afbreekbaar, biologisch	113
afval	113
afval, biologisch afbreekbaar.....	113
afval, huishoudelijk.....	115
afval, klein chemisch.....	118
afval, niet-biologisch afbreekbaar.....	114
afvalcontainers	116
afvaleters.....	63
akkerbouw	119
akkerbouwbedrijven.....	120
albino	19
alleseters.....	62
amfibieën	30
argumenten	21
atmosfeer	107
B	
bacteriën	29, 33
bedrijven, gemengde.....	119
beschermingsmaatregelen.....	99
bevolkingstoename	96
bijvangst.....	123
biobrandstoffen	104
biodiesel.....	104
biodiversiteit.....	98
bio-industrie	121
biologisch afbreekbaar.....	113
biologisch evenwicht	66
biologische afbraak.....	113
biologische gewasbescherming	138
biologische landbouw	124
biomassa	104
biotechnologie	33
biotische factoren	59
bollen	41
bolschijf.....	41
brandstoffen, fossiele.....	101
broeikaseffect	107
broeikasgassen	107
C	
celdeling.....	14
chemische gewasbeschermingsmiddelen.....	120
chemische industrie	97
chromosomen	9
chromosomen, enkelvoudige	13
combinatiebedrijven	119
compost.....	117
composteren.....	117
condensatie	76
consumenten	63
consumenten van de eerste orde	63
consumenten van de tweede orde.....	63
D	
dampkring	107
demonteren	117
dinosauriërs.....	30
DNA.....	8
DNA-technieken, recombinant	33
DNA-test	36
dochtercellen	14
Down, syndroom van	53
drager.....	52
duurzame energie	104
E	
echoscoop	52
echoscopie	52
ecologie.....	58
ecosysteem.....	60
eencellige organismen.....	29
eerste eenvoudige levensvormen	29
eindknop	41
eiwit	12
energie	95
energie, duurzame	104
energiebronnen.....	97
energierijke stoffen	77
energievoorraden	97
enkelvoudige chromosomen	13
evenwicht, biologisch.....	66
evolutie	21
evolutietheorie.....	21
F	
factoren, abiotische.....	59
factoren, biotische	59
fenotype	8
fossiele brandstoffen.....	101
fossielen.....	37
fossiliseren	37
G	
geen leven	29
gelijke genen	15
gemengde bedrijven.....	119

gemuteerd gen	18
gen	12
gen, gemuteerd	18
genen, gelijke	15
genen, ongelijke	15
genenpaar	13, 15
genetisch advies	52
genetische modificatie	34
genotype	9
genotypen, variatie in de	18
geologische tijdschaal	29
geslachtelijke voortplanting	18
geslachtscellen	13
gestroomlijnd	69
gewasbescherming, biologische	138
gewasbeschermingsmiddelen, chemische	120
gezwel	20
gft-afval	116
gft-container	116
gif	97
gisten	33
glastuinbouw	122
glucose	77
grofvuil	115
grondstoffen	95

H

haaksnavel	72
hergebruik	117
herintroductie	99
hoefgangers	71
horizonvervuiling	105
huishoudelijk afval	115
huisvuil	115

I

individu	59
industrie, chemische	97
informatie	8
in paren	13
intensieve veehouderij	121
invloeden, mutagene	19
isolatie	25

K

kanker	20
kassen	122
kca	118
kegelsnavel	72
kernenergie	103
klein chemisch afval	118

klimaat	66
klimaatverandering	110
knollen	40
knoppen	40, 41
koolstofdioxide	77, 103, 107
kringloop	64
kunstmest	120
kunststoffen	114

L

landbouw	119
landbouw, biologische	124
landdieren	30
landplanten	30
levensgemeenschap	60
levensvormen, eerste eenvoudige	29
lichaamscellen	10
loopvogels	72
luchtverontreiniging	103

M

manier van leven	96
meercellige organismen	30
mensachtigen	31
mest, organische	120
mestoverschot	121
milieu	58
milieuproblemen	96
milieustraat	118
modificatie, genetische	34
moedercel	14
monocultuur	120
monster	87
mutageen	19
mutagene invloeden	19
mutant	19
mutatie	18

N

natuurlijke selectie	23
natuurlijke vijanden	138
neerslag	76
niet-biologisch afbreekbaar afval	114
niveau	59

O

onbespoten	124
onderzoek, prenataal	52
ongelijke genen	15
ongeslachtelijke voortplanting	39
onttrekken	96

optimumkromme.....	68
opwarming van de aarde.....	103
organische mest.....	120
organisme, transgeen.....	34
organismen, eencellige.....	29
organismen, meercellige.....	30
overbevissing.....	123
overlevingskans.....	23

P

paren.....	10
paren, in.....	13
perioden.....	29
pincetsnavel.....	72
plaats voor recreatie.....	95
plantenetters.....	61
populatie.....	59
populatiegrootte.....	66
prenataal onderzoek.....	52
priemsnavel.....	72
producenten.....	63

R

recombinant-DNA-technieken.....	33
reconstructie.....	37
recreatie, plaats voor.....	95
recycling.....	117
reducenten.....	64
reptielen.....	30
restafval.....	116
risicogroep.....	52
rokken.....	41
roofvogels.....	71

S

sauriërs.....	30
schaduwplanten.....	74
scharrelen.....	125
selectie, natuurlijke.....	23
stekken.....	39
steltlopers.....	72
storten.....	117
strooisel.....	87
stroomlijn.....	68
syndroom van Down.....	53

T

teengangers.....	71
tijdperken.....	29
tijdschaal, geologische.....	29
toevoegen.....	96

topgangers.....	71
transgeen organisme.....	34
tuinbouw.....	119
tuinbouw in de open grond.....	122
tuinbouwbedrijven.....	122
tumor.....	20

U

uilen.....	71
uitputting.....	96

V

variatie in de genotypen.....	18
veehouderij, intensieve.....	121
vee-industrie.....	121
veeteelt.....	119
veeteeltbedrijven.....	121
verbranden.....	117
vervuiling.....	96
verwantschap.....	32
vijanden, natuurlijke.....	138
vissen.....	30
visserij.....	123
visteelt.....	123
vleeseters.....	61
vlokkentest.....	53
voedsel.....	95
voedselketen.....	61
voedselnet.....	62
voedselweb.....	62
vogels.....	30
voorjaarsbloeiërs.....	74
voortplanting, geslachtelijke.....	18
voortplanting, ongeslachtelijke.....	39
vruchtwaterpunctie.....	54
vruchtwisseling.....	124

W

warmte.....	117
warmte-uitstraling.....	107
water.....	95
waterdamp.....	76, 107
waterkracht.....	106
waterlelie.....	75
watervogels.....	72
windenergie.....	105

Z

zangvogels.....	71
zeefsnavel.....	72
zeespiegel.....	110

zonneboiler.....106

zonne-energie 106

zonnepanelen 106

zonplanten.....74

zoogdieren..... 30

zoolgangers 71

zuurstof 95

zwerfafval 136

AUTEURS

Arteunis Bos
Arthur Jansen
Onno Kalverda
Hans Rawee
Gerard Smits
Ben Waas

EINDREDACTIE

Arteunis Bos
Onno Kalverda

FOTO'S EN ILLUSTRATIES

123RF: thema 5: 13 r, 18.1, 22, 25.1, 39, 68 rb, ro, 71.2, 73, 74; thema 6: 9; AlgaePARC, Wageningen UR: thema 7: 20; Angel Photography, Amsterdam: thema 7: 71; ANP Photo, Rijswijk: thema 5: 20 ro; thema 6: 50; thema 7: 18, 22.2, 44.1, 44.2, 53.1, 68, 77, 83; Teun Berserik, Den Haag: thema 5: 50, 76; thema 6: 6; thema 7: 1, 6, 16, 88; Corbis: thema 5: 45.1; thema 6: 13, 36 r, 47; thema 7: 24, 28, 84; Erik Eshuis Infographics, Groningen: thema 5: 16, 38, 43, 44, 48, 60 r; thema 6: 7, 17.2, 26, 31, 39, 41.2, 51; thema 7: 13, 19, 30, 42, 45; FLPA / Nature in Stock, Amsterdam: thema 6: 20 m; Fresh Images / Reporters, Haarlem: thema 5: 41 ml; Getty Images: thema 6: 1 lo, 41.1; thema 7: 21, 22.1, 23, 36.1, 37, 38, 93; Hollandse Hoogte, Amsterdam: thema 5: 1, 26, 27; thema 7: 43, 44.3, 47, 49, 50, 53.3, 67 rb, ro, 70, 78, 82, 86; Imageselect, Wassenaar: thema 5: 20 lo, 70; thema 6: 1 rb; thema 7: 29, 33 lm, 89; John Innes Centre, UK: thema 5: 41 l; International Rice Research Institute: thema 5: 62; iStockphoto: thema 6: 8.1, 8.2; JJP / LookatSciences / Hollandse Hoogte, Amsterdam: thema 5: 5; Medical Visuals / Maartje Kunen, Arnhem: thema 5: 9.2, 10,, 72; Merlijn Michon Fotografie, Amsterdam: thema 5: 40, 41 mr, 42; thema 6: 53; thema 7: 46, 48, 51, 66, 75, 76, 79, 80, 85; Nationale Beeldbank, Amsterdam: thema 7: 41, 56; Novum Nieuws, Amsterdam: thema 5: 20 lb; Marijn Olislagers Fotografie, 's-Hertogenbosch: thema 7: 39; Science Photo Library / ANP Foto, Rijswijk: thema 5: 8, 23, 26 inzet; thema 7: 34.1; Shutterstock: thema 5: 4.1, 6, 9.3, 14.1, 14.2,

REDACTIE

Ivonne Hermens, Grada Hooijer, PRosa Redactie

ONTWERP

Uitgeverij Malmberg

OPMAAK

Redactiebureau Ron Heijer, Markelo

BEELDRESEARCH

B en U International Picture Service, Amsterdam

14.3, 19, 24 lb, mlb, mrb, rb, lo, mo, 25.2, 34.1, 35 (alle dinosaurussen), 37, 41 r, 44 l, 45.2, 47, 49, 60 l, 65, 66, 71.1, 71.3; thema 6: 10, 15, 17.1, 19, 20 l, r, 21, 25, 29, 32, 33, 37, 43, 44, 46, 48.1, 48.2, 52, 55; thema 7: 3, 4, 7, 10, 11, 12, 32, 33 lb, lo, 35, 36.2, 40, 53.2, 57, 58, 60, 61, 62, 63, 64, 69, 74, 81; Skal Bio Controle: thema 7: 67 (logo) Stichting Veldwerk Nederland: thema 6: 54; Superstock: thema 7: 90 Thinkstock: thema 5: 20 lb; Bas Teunis Zoological Illustrations, Eindhoven: thema 5: 28, 29, 34.2, 46, 54, 55, 57, 58, 59, 61; thema 6: 2, 3, 4, 12, 16, 18, 22, 23, 42, 45; thema 7: 8 (dieren); Frank Uijlenbroek / FFU Press Agency: thema 5: 69; Henk van der Vrande: thema 5: 11; thema 7: 59; Rick Wichers / Grondbank: thema 7: 52

BEELDEN OMSLAG EN THEMA-OPENINGEN

omslag: ara, Shutterstock
thema 5: leerling met DNA-model, Corbis
thema 6: Oostvaardersplassen: Buiten-beeld, Nijkerk
thema 7: stadstuintjes, Hollandse Hoogte

De uitgever heeft getracht met alle rechthebbenden op beelden en tekst in contact te treden. Mogelijk is dit niet in alle gevallen gelukt. Degene die meent op beelden en/of tekst recht te kunnen doen gelden, wordt verzocht in contact te treden met Uitgeverij Malmberg te 's-Hertogenbosch.

ISBN 978 90 345 8241 6

Zevende editie, tiende oplage

MALMBERG

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen, of enige andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.
Voor zover het maken van kopieën uit deze uitgave is toegestaan op grond van artikel 16b Auteurswet 1912 j° het Besluit van 20 juni 1974, St.b. 351, zoals gewijzigd bij het Besluit van

23 augustus 1985, St.b. 471, en artikel 17 Auteurswet 1912, dient men de daarvoor wettelijk verschuldigde vergoedingen te voldoen aan de Stichting Reprorecht (Postbus 3051, 2130 KB Hoofddorp). Voor het overnemen van gedeelte(n) uit deze uitgave in bloemlezingen, readers en andere compilatiewerken (artikel 16 Auteurswet 1912) dient men zich tot de uitgever te wenden.
© Malmberg 's-Hertogenbosch

AUTEURS

Arteunis Bos
Arthur Jansen
Onno Kalverda
Hans Rawee
Gerard Smits
Ben Waas

ISBN 978 90 345 8241 6



551072

MALMBERG